BAND XXV HEFT 1 MAI 1938

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
17 JUN 1938
SERIAL
SEPARATE

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 80 ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XXV ***Heft 1*** *S. 1—168 Bln. 1938*

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Freilandstudien über Auftreten, Bionomie, Ökologie und Epidemiologie der Weißtannenlaus *Dreyfusia (Chermes) nüsslini* C. B. Von Christoph Hofmann. (Mit 22 Abbildungen.) 1

Der Massenwechsel des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* im Weinbau. Von F. Stellwaag. (Mit 15 Abbildungen.) 57

Hausbockuntersuchungen. (2. Mitteilung.) Über einen wirksamen Feind des Hausbocks, den Hausbuntkäfer *Opilo domesticus* L. Von P. Steiner. (Mit 6 Abb.) 81

Entwicklungsdaten, Bekämpfbarkeit und Schadensbedeutung der San-José-Schildlaus *(Aspidiotus perniciosus* Comst.). Von Dr. Otto Watzl 92

Die Lebensweise von *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell. und Beobachtungen über andere an der Zirbe lebende Kleinschmetterlinge. Von M. Seitner †. Aus dem Nachlasse von Hofrat Prof. Ing. M. Seitner herausgegeben. Von Erwin Schimitschek. (Mit 6 Abbildungen.) 101

M. Seitners Bearbeitung der Insektenschädlinge der Zirbe in biozönotischer Darstellung. Von Erwin Schimitschek. (Mit 19 Abbildungen.) 111

Über das Luftfeuchtigkeitsunterscheidungsvermögen und die Lebensdauer der 3 in Deutschland vorkommenden Rassen von *Anopheles maculipennis (atroparvus, messeae, typicus)* bei verschiedenen Luftfeuchtigkeitsgraden. Von Arno Hundertmark. (Mit 2 Abbildungen.) 125

Afterskorpione (Chelonethi) in der Wohnung der Honigbiene. Eine Zusammenfassung und eigene Untersuchungen. Von Z. Örösi-Pál. (Mit 1 Abbildung.) . . . 142

Versuche über die Fruchtbarkeit von *Dixippus (Carausius) morosus* bei abgestufter Wohndichte und Raumgröße. Von Hans-Alfred Kirchner. (Mit 9 Abb.). 151

Referate.

Einzelreferate 161

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 32.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52,— Rm.

Band XXV, Heft 1.

Originalaufsätze.

Freilandstudien über Auftreten, Bionomie, Ökologie und Epidemiologie der Weißtannenlaus Dreyfusia (Chermes) nüsslini C. B.

Von

Christoph Hofmann.

(Institut für angewandte Zoologie der Bayer. Forstl. Versuchsanstalt München.)

(Mit 22 Abbildungen.)

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Einleitung 2
II. Material und Methoden 6
III. Das Auftreten von *D. nüsslini* in Mitteleuropa und das Vorkommen in Deutschland 7
1. Historisches 7
2. Das Vorkommen in den einzelnen deutschen Tannengebieten 10
IV. Untersuchungen und Beobachtungen in den Jahren 1935—37 im Pfälzer- und Frankenwald 19
1. Phänologie und Entwicklung 19
2. Bevölkerungsbewegung 26
a) Populationsdichte 26
b) Die Weiterausbreitung im Walde 33
3. Nachkommenproduktion 36
4. Zur Epidemiologie von *D. nüsslini* 39
V. Abwehr und Bekämpfung der Weißtannenlaus 47
VI. Zusammenfassung 53
VII. Literaturverzeichnis 53

* * *

I. Einleitung.

Aus einer Reihe von Fällen ist bekannt, daß bei der Einschleppung eines Insekts in ein neues Land die durch dasselbe verursachten Schäden in der neuen Umgebung in der Regel größer sind als in seiner ursprünglichen Heimat. So hat sich auch bei der aus dem Kaukasus stammenden Weißtannenlaus *Dreyfusia (Chermes) nüsslini* vor allem in den letzten Jahrzehnten die Stärke und das Ausmaß des Schadens in unseren Tannenbeständen erheblich gesteigert, ohne daß es bis jetzt gelungen wäre, dieser Seuche wirksam Einhalt zu gebieten. Außer aus Deutschland liegen aus fast allen mitteleuropäischen Tannengebieten Berichte über ihr mehr oder weniger schädliches Auftreten vor, und es scheint, daß ihre Virulenz eher noch im Zunehmen als im Abnehmen be-

Abb. 1. Absterbende Tannenzweige. Starker Progrediens- und Sistensbefall. $^2/_3$ nat. Größe.

griffen ist. Über das Vorkommen von *nüsslini* in Nordamerika berichtet Annand.

Wenn *nüsslini* auch alle Altersstufen der Tanne zu befallen vermag, so fällt doch ihre Schadwirkung insbesondere an unserem Tannen-

Abb. 2. Absterbende Tannenzweige. Kein Progrediensbefall. Nur Sistensschädigung. ½ nat. Größe.

jungwuchs — sie bevorzugt im allgemeinen unsere 10—30jährigen Tannenkulturen — ins Gewicht, während nach den bisherigen Erfahrungen und Beobachtungen ältere Bäume ihr besser zu widerstehen und ihren Befall leichter zu überwinden scheinen. Doch sind bezüglich dieses Punktes noch weitere Untersuchungen angezeigt. Auf jeden Fall kann aber *nüsslini* Jungtannen primär zum Absterben bringen.

Der durch ihren Befall verursachte Typ des „Tannensterbens" ist schon mehrfach beschrieben worden und weicht in der Form von dem von Wiedemann beschriebenen Typ des Alt-

tannensterbens wesentlich ab. Bei diesem Alttannensterben dürften je nach den örtlichen Verhältnissen klimatische (Trockenheit, Frost), standörtliche (Bodenbeschaffenheit) und auch waldbauliche Verhältnisse die Hauptrolle spielen, worüber ich bereits früher berichtet habe (Hofmann, 1937). Erwähnt sei hier noch, daß bei diesem Alttannensterben zwar Tannenläuse *(piceae* und *nüsslini)* eine gewisse sekundäre Rolle spielen können, ohne daß sie aber immer zugegen sein müssen.

Abb. 3. Wipfelmehrfachbildung infolge *nüsslini*-Befalls. Die Wipfel sind bereits abgestorben. $^2/_5$ nat. Größe.

Nach Zwölfer wäre die Laus mehr sekundär, indem sie erst durch einen besonderen physiologischen Zustand der Wirtspflanze (Störung des normalen Wasserhaushaltes der Tanne) in den Stand gesetzt wird, den Baum zum Absterben zu bringen. Doch ist zu bedenken, daß wir den Begriff sekundär in der Fostentomologie nur dann gebrauchen, wenn eine deutliche Schädigung der betreffenden Bäume vorangegangen ist, wie z. B. Raupenfraß oder Windbruch, durch den größere Teile der Krone zerstört werden. Die Schädigungen sind in diesen Fällen stets derart, daß eine Erholung notwendig ist. Im vorliegenden Falle handelt es sich jedoch um eine vielleicht nur geringfügige durch die Freistellung bedingte Dispositionsänderung, die aber die Pflanze in ihrem guten Gedeihen durchaus nicht stört, wie man an den vielen, nicht befallenen Tannen, die sich

unter gleichen Bedingungen befinden, ersehen kann. Aus diesem Grunde glaube ich der Laus den Charakter eines Primärschädlings zuschreiben zu müssen.

Neuerdings unterscheidet Francke-Grosmann zwischen einem gutartigen und bösartigen Krankheitsverlauf an lausbefallenen Tannen. Diese verschiedene Reaktionsweise der Tanne auf den Stich von *nüsslini* kann nach den Ausführungen Grosmanns entweder erblich oder standörtlich bedingt sein. Zu einer restlosen Klärung dieser Frage dürften jedoch chemisch-physiologische Untersuchungen an Tannen einerseits und sich über eine Reihe von Jahren hinstreckende Beobachtungen befallener Tannen unter Berücksichtigung der verschiedenen Umweltfaktoren andererseits noch nötig sein.

Das starke Auftreten von *nüsslini* in den warmen und trockenen Jahren 1934/35 bot nun die Möglichkeit, das Weißtannenlausproblem durch Freilanduntersuchungen weiter zu klären. [1]) Die diesbezüglichen Beobachtungen wurden auf einer Waldstation im Pfälzer Wald durchgeführt Das Schwergewicht der Untersuchungen lag auf quantitativ-ökologischer Arbeit, in welcher Hinsicht bislang noch keinerlei Freilandforschungen über die Tannenlaus vorlagen. Neben Feststellungen über ihre Phänologie im jahreszeitlichen Ablauf, waren in erster Linie Studien über die Populationsdichte, die Mortalität, die Nachkommenproduktion, und die Entwicklungsdauer der einzelnen Generationen und ihrer Abhängigkeit von den wesentlichen ökologischen Faktoren geplant. Es galt dabei festzustellen, ob und inwieweit eine Relation besteht zwischen den genannten Erscheinungen einerseits und Kleinklimabedingungen, Standortsverhältnissen (Hanglage, Bodenbeschaffenheit) und dem Nahrungsfaktor andererseits. Außer diesen Fragen bot sich noch Anlaß, das Auftreten von *nüsslini* in Mitteleuropa und das Vorkommen in Deutschland zu behandeln. Im Zusammenhang mit den Angaben über das Vorkommen von *nüsslini* in den einzelnen Gebieten und zu gewissen Zeiten und den auf der Waldstation gemachten Beobachtungen soll ferner noch auf die Epidemiologie der Laus näher eingegangen werden.

Die Bekämpfungsmöglichkeiten von *nüsslini* habe ich bereits früher näher untersucht (Hofmann, 1937). In dieser Arbeit soll lediglich der heutige Stand der Abwehr und Bekämpfung kurz dargelegt werden.

---

[1]) Die Anregung zu den vorliegenden Untersuchungen verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Professor Dr. K. Escherich. Für sein stetes Interesse und seine rege Anteilnahme an meiner Arbeit bin ich ihm zu herzlichem Dank verbunden. Desgleichen danke ich Herrn Professor Dr. W. Zwölfer, Freiburg i. B., für die Förderung, die er meinen Untersuchungen angedeihen ließ. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die meine Versuche in finanzieller Hinsicht ermöglichte, möchte ich hiermit ebenfalls meinen ergebensten Dank aussprechen. Der Badischen Landesforstverwaltung sowie den Regierungsforstämtern Pfalz und Oberfranken sei an dieser Stelle für die tatkräftige Unterstützung gleichfalls gedankt.

Daß bei der Größe und der Kompliziertheit des ganzen Fragenkomplexes eine restlose Klärung der erwähnten Zusammenhänge durch die innerhalb der angegebenen Zeit geführten Untersuchungen nicht möglich war, sei eigens bemerkt. Viele im Verlauf der Arbeit sich ergebende Einzelfragen mußten unberücksichtigt bleiben, andere konnten nur provisorisch beantwortet werden und sind in ihren Ergebnissen durch künftige Forschungen zu ergänzen und zu revidieren.

Ergebnisse von Freilanduntersuchungen der vorliegenden Art bedürfen zu ihrer Ergänzung und Verallgemeinerung noch der Bestätigung durch experimentelle Untersuchungen im Laboratorium. Insbesondere werden Versuche über den Einfluß von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien, auf Nachkommenproduktion und Sterblichkeit noch weitere wichtige Aufschlüsse liefern.

Derartige Untersuchungen sind geplant, bzw. bereits im Gange.

II. Material und Methoden.

Die Studien wurden 1935 im südlichen Teil des Pfälzer Waldes im Bereich des Forstamts Schweigen und der Forstamtsaußenstelle Bobenthal von Mitte Mai bis Mitte November 1935 durchgeführt.[1]) Infolge anderer Arbeiten konnten 1936 und 1937 jeweils nur zu gewissen Zeiten die Untersuchungen fortgeführt und ergänzt werden. Die Station wurde auf einem von Südwesten nach Nordwesten verlaufenden Höhenrücken eingerichtet. Die höchste Erhebung betrug 372 m über dem Meere. Für die Untersuchungen konnten sowohl extreme Südhang- und Nordhanglagen als auch die den Rücken bedeckenden Tannenbestände erfaßt werden.

Außer dem auf der Waldstation zur Verfügung stehenden Lausmaterial wurden auch noch Proben aus verschiedenen anderen Gegenden des Pfälzer Waldes sowie aus dem Frankenwald, teilweise auch aus dem Schwarzwald in die Untersuchungen einbezogen.

Für die Durchführung der klimatologischen Messungen standen in erster Linie 3 Thermohygrographen (Hersteller: F u e ß, Berlin-Steglitz) sowie je 2 Maximum-Minimum-Thermometer zur Verfügung. Die Thermohygrographen befanden sich in stark befallenen Tannenkulturen (Alter 20—30 Jahre), und zwar auf einem Südhang (Station I), auf einem Nordhang (Station III) und auf dem Bestandesrücken (Station II). Die Apparate waren in 1,3 m Höhe in den bekannten englischen Standard-Wetterhütten untergebracht. Die Überprüfung erfolgte mit Hilfe eines Schleuderpsychrometers. Für die Aufstellung der Instrumente in 1,3 m Höhe war der Umstand maßgebend, daß sich die stark befallenen Kronen der Tannen größtenteils in 1—2 m Höhe über dem Boden befanden. Weiterhin wurden ergänzende Temperaturmessungen

[1]) Herrn Dr. K. E. S c h e d l, der mir seine Erfahrungen bei der Einrichtung der Waldstation zur Verfügung stellte, sei auch an dieser Stelle gedankt.

in einem Altholzbestand unter Benützung eines Hochstandes (Höhe 14 m) sowie an einem Osthang (Station IV) mit Hilfe von Maximum-Minimum-Thermometern ausgeführt. Eine gewisse Zeit lang konnten auch Messungen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit in einer unter Schirm stehenden Tannenkultur vorgenommen werden. [1])

Zur Technik der biologischen Untersuchung wäre zu sagen, daß sich dieselbe im wesentlichen auf Stichproben, die jeweils bestimmten Bäumen entnommen wurden, sowie auf die Beobachtung bestimmter Zuchttiere an gekennzeichneten Zweigen im Verlauf der Saison erstreckte. Daneben wurde selbstverständlich noch, wie eingangs erwähnt, eine ganze Reihe weiteren Materials teils aus den einzelnen Stationen, teils von anderen Örtlichkeiten zum Zwecke des Vergleichs und der Ergänzung untersucht.

Die Beobachtungen zur Feststellung der jeweiligen Stadien sowie auch quantitative Untersuchungen (Eizahl, Mortalität, Populationsdichte usw.) wurden bei verschiedener Vergrößerung unter einem Binokular durchgeführt. Für die Herstellung von Dauerpräparaten wurde das Material im wesentlichen nach den von Schneider-Orelli angegebenen Milchsäuremethoden behandelt. Als Einschlußmittel kam Faursche Lösung zur Anwendung. Gute Resultate wurden auch mit der von Roepke beschriebenen Chloral-Phenol-Methode erzielt. Die von Schneider-Orelli ausgearbeiteten Milchsäuremethoden wurden in manchen Fällen noch weiter modifiziert. So war es insbesondere auch möglich, altes trocken aufbewahrtes Material durch längeres Liegen (1—2 Tage) in 50prozent. Milchsäure wieder frisch und verarbeitungsfähig zu machen.

III. Das Auftreten von *D. nüsslini* C. B. in Mitteleuropa und das Vorkommen in Deutschland.

1. Historisches.

Allen Berichten und Literaturangaben zufolge dürfte *D. nüsslini* erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts nach Mitteleuropa eingeschleppt worden sein. Ratzeburg wenigstens, dem wir sehr sorgfältige und umfassende Beobachtungen verdanken, war *nüsslini* noch nicht bekannt. Er erwähnt in dem dritten Band seiner Forstinsekten (1844) lediglich *Dreyfusia piceae*. Erst Altum berichtet 1885 über Wolläuse an Nordmanns- und Weißtannen und vermerkt in diesem Zusammenhang, daß in Neustrelitz in einer Koniferengruppe eine zehnjährige Weißtanne so stark befallen war, daß die Spitze trocken emporragte. 1889 beschreibt er dann in einer neuen Veröffentlichung das Vorkommen von Wolläusen an jungen Tannen. „Junge, etwa zehnjährige Tannen waren am Stamm

[1]) Für die Überlassung eines Thermohygrographen sei hier dem Institut für Meteorologie und Klimatologie der Forstlichen Versuchsanstalt München vielmals gedankt.

und vielen Ästen von den weißen Flocken einer Wollaus, welche auch noch bis ins Stangenholzalter an der Tanne auftritt, dicht überzogen." An einer anderen Stelle derselben Arbeit spricht er von Wollausfall an Nordmannstannen. „Fremdländische, bei uns in den letzten Jahren eingeführte Tannenarten, z. B. Nordmannstannen aus der Krim und dem Kaukasus, lassen auch den ernsten Angriff mancher Feinde befürchten. Manche junge Pflanze zeigt sich verdächtig stark mit Wolläusen besetzt." In diesen Fällen kann man wohl mit ziemlicher Sicherheit den Schluß ziehen, daß es sich bereits um *nüsslini* gehandelt haben mag.

1890 beschrieb dann Eckstein das Vorkommen der Tannentrieblaus und ihre Schäden an Nordmanns- und Weißtannen. Er bezeichnete die Art als *Chermes Nordmannianae* Eckst. [1])

Für die noch nicht allzulange zurückliegende Einschleppung von *nüsslini* in unsere Tannenbestände spricht nach Schneider-Orelli auch das Verhalten von *nüsslini* zu ihrem Hauptwirt, der orientalischen Fichte (*Picea orientalis*). Während nämlich bei der Blutlaus des Apfelbaums (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) der Zeitpunkt der Einschleppung von Nordamerika nach Europa mindestens 150 Jahre zurückliegt und innerhalb dieses Zeitraums der Blutlaus die Fähigkeit, ihren ursprünglichen Hauptwirt (*Ulmus americana*) wieder zu befallen, verloren gegangen ist, besitzt *nüsslini* noch die Möglichkeit, bei uns auf ihrem Hauptwirt ihren Entwicklungszyklus zu vollenden. Daraus ist wohl anzunehmen, daß ihre Einschleppung weniger weit zurückliegt. Die ersten erfolgreichen Übertragungsversuche mit *nüsslini* auf *Picea orientalis* gelangen Paul Marchal (1913).

Trotz der Feststellung über das Vorkommen der Trieblaus in Deutschland war aber noch in keinem Fall eine Klärung zu verzeichnen, da *nüsslini*, zusammen mit *piceae* stets für ein und dieselbe Form gehalten wurde und daher eindeutige Angaben über das Auftreten dieser oder jener Art nicht möglich waren.

Einen Markstein in der Geschichte der Tannenlausforschung bedeutete es daher, als es Börner gelang, im Jahre 1908 die eindeutige Trennung von *nüsslini* und *piceae* als zweier verschiedener Arten auf Grund zwar geringfügiger, aber doch konstanter mikroskopischer Merkmale durchzuführen. Auf die zahlreichen und für die Klärung der biologischen und systematischen Verhältnisse bei den Chermiden wichtigen Publikationen anderer Autoren, wie Cholodkovsky, Dreyfus, Nüßlin, Marchal, soll hier nur hingewiesen werden. Marchals Verdienst ist insbesondere, den vollständigen Generationszyklus von *nüsslini*, speziell, die Feststellung von *Picea orientalis* als Hauptwirt, klargelegt zu haben.

Seit Börner wurde in der Folgezeit *piceae* als „Stammrindenlaus" und *nüsslini* als „Trieblaus" bezeichnet. Eine weitere, für die ganze Tannenlausforschung verdienstvolle Feststellung war es, daß es

[1]) Da Eckstein keine weitere Beschreibung der Art gibt, dürfte die Beschreibung *nordmannianae* als nomen nudum zu werten sein.

Schneider-Orelli und seinen Mitarbeitern 1929 gelang, nachzuweisen, daß diese Bezeichnungen den tatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen, da *nüsslini* nicht nur Triebe und Astrinde, sondern auch die Stammrinde alter Tannen zu befallen in der Lage ist, wobei praktisch keine Altersklasse ausgenommen ist. Daß übrigens die Bezeichnung „Stammrindenlaus" für *piceae* nicht immer zutrifft, geht daraus hervor, daß *piceae* in gewissen Stadien von der Rinde auf die Nadeln übergehen kann, wie Marchal in einwandfreier Weise nachgewiesen hat.

Auf die Möglichkeit makroskopischer Unterscheidung der an der Stammrinde sitzenden Läuse von *piceae* und *nüsslini* habe ich vor kurzem hingewiesen (Hofmann, 1937). Neuerdings hat auch Schneider-Orelli (1937) zu dieser Frage Stellung genommen.

So sind wir also erst in neuerer Zeit durch die Arbeiten Schneider-Orellis und seiner Mitarbeiter in die Lage versetzt worden, eindeutig anzugeben, bzw. durch die Untersuchung festzustellen, ob wir es in diesem oder jenem Fall mit *nüsslini* oder *piceae* zu tun haben. Es ist ganz klar, daß durch die bis zur Veröffentlichung Schneider-Orellis herrschende Unsicherheit bei der Bestimmung von Tannenlausbefall die Angaben über das Vorkommen in einem bestimmten Gebiet nicht immer einwandfrei erkennen lassen, ob es sich um *nüsslini-* oder *piceae*-Schaden gehandelt hat, denn oft wurde von der „Stammrindenlaus" gesprochen und damit *piceae* gemeint, während es vielleicht *nüsslini* war, die die Stammrinde bedeckt hatte. Noch weiter erschwert wurden die Feststellungen dann, wenn überhaupt nur von Tannenwolläusen in den einschlägigen Berichten die Rede war. Dazu kommt noch der Umstand, daß die Berichte der Forstämter, das Auftreten von *nüsslini* in vielen Fällen dann nicht meldeten, wenn die Untersuchung zu einem Zeitpunkt vorgenommen worden war, an dem nur das Neosistensstadium vorhanden war; denn dieses wird von denjenigen, die nicht besonders geschult sind, infolge seiner Kleinheit sehr leicht übersehen. So sind auch Angaben über das plötzliche Zurückgehen der Laus sehr oft auf dieses Übersehen der Neosistentes zurückzuführen. Gleichwohl dürfte das im nächsten Abschnitt behandelte Vorkommen ein ziemlich genaues Bild der heutigen Verbreitung von *nüsslini* in Deutschland geben, da zu einer kritischen Wertung der diesbezüglichen Forstamtsakten oft noch durch Reisen in das betreffende Schadensgebiet Aufschluß über das Auftreten und die Verbreitung von *nüsslini* und *piceae* gebracht wurde.

Bevor ich jedoch auf die Schilderung des *nüsslini*-Auftretens in Deutschland eingehe, möchte ich an dieser Stelle noch einige Worte über das Verhältnis von *piceae* zu *nüsslini* einflechten. Der durch *nüsslini*-Befall verursachte Schaden ist im allgemeinen mehr ins Gewicht fallend als der durch *piceae* angerichtete, wie aus den meisten Berichten hervorgeht. Schneider-Orelli (1937) schlägt daher an Stelle der früheren Bezeichnung „Trieblaus" die Bezeichnung „gefährliche" oder „bös-

artige" Tannenlaus und für *piceae* die Bezeichnung „ungefährliche" Tannenlaus vor. Diese Bezeichnungen dürften inhaltlich für unsere Weißtannen auch zutreffen, wenngleich nach Francke-Grosmann *piceae* bei uns auf einigen ausländischen Tannenarten schwerste Schädigungen hervorzurufen imstande ist. Bei *piceae* haben wir es im Gegensatz zu *nüsslini* zweifellos mit einem wohl schon seit langer Zeit in unserer Fauna heimischen Schädling zu tun. Dafür spricht auch der Umstand der allgemeinen Verbreitung von *piceae* in fast allen unseren Tannengebieten. So wurde *piceae* auch auf Tannen in verschiedenen Gegenden Oberbayerns festgestellt, wo *nüsslini* vollständig fehlt. Allem Anschein nach ist *piceae* wesentlich geringer virulent als *nüsslini*, trotz der nur geringfügigen morphologischen Unterschiede. Worauf diese Erscheinung zurückzuführen ist, wissen wir vorläufig noch nicht, wir müssen sie jedoch als gegeben annehmen.

2. Das Vorkommen in den einzelnen deutschen Tannengebieten.

In diesem Kapitel soll lediglich versucht werden, ein Bild des *nüsslini*-Vorkommens in Deutschland zu geben.[1]). Die Übersicht über das Auftreten beruht, wie bereits erwähnt, hauptsächlich auf dem Studium der einschlägigen Akten, sowie auf Besichtigung an Ort und Stelle in einer Reihe von Tannengebieten, ferner auf Literaturangeben. Dabei sei als Ergebnis dieses Studiums gleich vorweggenommen, daß *nüsslini* sowohl in Gebieten des natürlichen Tannenvorkommens als auch außerhalb desselben anzutreffen ist. Nach den Angaben Hesmers nimmt die Tannenfläche in Deutschland etwas mehr als 300 000 ha ein und bestockt damit ungefähr ca. 2½ % der deutschen Holzbodenfläche. Am stärksten ist die Tanne im Süden Deutschlands vertreten (siehe Karte). Ihr Hauptvorkommen hat sie im Schwarzwald, dessen Charakterbaum sie ja ist. Recht häufig ist sie auch im Frankenwald. Größeren Umfang erreicht dann das Tannenvorkommen noch im Bayrisch-Böhmischen Wald. Auch im Alpengebiet findet sich die Tanne regelmäßig. Wegen weiterer Einzelheiten des Tannenvorkommens sei auf die Veröffentlichung von Hesmer verwiesen.

Nach allen bisherigen Beobachtungen scheint *nüsslini* hinsichtlich der allgemeinen Temperaturverhältnisse einen sehr weiten Anpassungsbereich zu besitzen. Lediglich die Niederschlagsverhältnisse dürften, wie ich später noch näher ausführen werde, eine entscheidende epidemiologische Rolle spielen. Desgleichen ist der Nahrungsfaktor von großer Bedeutung. Das Studium der Beziehungen zwischen Laus und Nahrung, welch letztere der eigentliche begrenzende Faktor des Vorkommens ist, wird noch wesentliche Aufschlüsse liefern.

---

[1]) Für ergänzende Mitteilungen und Revisionen ist der Verfasser jederzeit sehr dankbar.

[1]) Angaben über das Vorkommen von *nüsslini* in dem mit Deutschland wieder vereinigten Österreich konnten leider in der vorliegenden Arbeit nicht mehr gemacht werden. Sie werden in nächster Zeit nachgetragen werden.

Die Bestimmung der Thermalkonstante der Gesamtentwicklung von *nüsslini* wird für die Berechnung des Lausvorkommens unter Berücksichtigung der anderen eine Rolle spielenden Faktoren das Bild ihrer

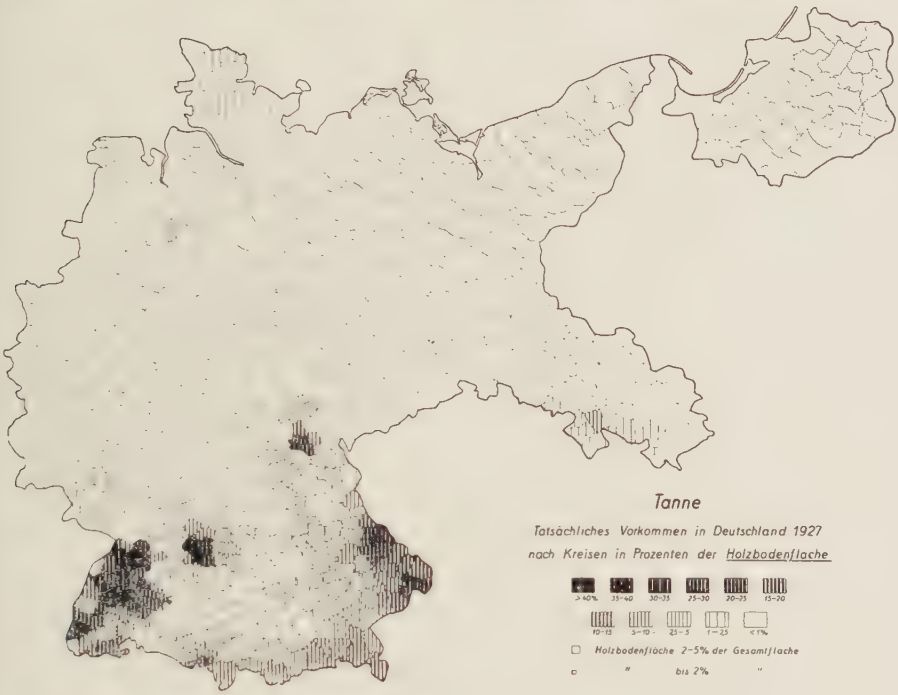

Abb. 4. Vorkommen der Tanne in Deutschland. Nach Hesmer.

Verbreitung noch weiter ergänzen und abrunden. Untersuchungen der hier angedeuteten Art sind bereits im Gange.

Vergleicht man nun die Angaben in den einzelnen Forstamtsberichten, so fällt besonders auf, daß das *nüsslini*-Auftreten speziell seit etwa 1920 stärkeren Umfang angenommen hat. Über die eigentlichen Ursachen dieses vermehrten stärkeren Auftretens herrscht noch keine völlige Klarheit.

Es ist selbstverständlich, daß das Bild des Auftretens in den einzelnen Jahren, je nachdem, ob die Bedingungen der Laus günstig oder ungünstig waren, starken Schwankungen unterworfen ist.

Das Vorkommen in Bayern.

In Bayern tritt *nüsslini* hauptsächlich im nördlichen Teil, in Ober- und Unterfranken, ferner in der Rheinpfalz (Pfälzer Wald) stärker auf. In Oberfranken liegen die Hauptbefallsgebiete im Frankenwald und im Fränkischen Jura. In den beiden letzteren Gebieten befindet sich die Tanne innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. Aus dem ebenfalls zu Oberfranken gehörenden Fichtelgebirge wurden bis jetzt Laus-

Übersicht
über das Auftreten von *D. nüsslini* in Oberfranken im Jahre **1937.**

Forstamt bzw. Außenstelle	Waldorte	Befallene Fläche in ha	Alter der befallenen Tannen Intensität des Schadens	Bemerkungen
Betzenstein	Schloßberg	0,03	16 30jährige Stämme frisch befallen	Neuvorkommen.
	Hirschbühl (Körp.-Wald Wolfsberg)	0,002	20jährige Weißtanne, stark besetzt	Neuvorkommen.
Außenstelle Gräfenberg		12,0	in 10—40jährigen Naturverjüngungen Schäden auf 200 rm Aststreu geschätzt, die Intensität hat gegen früher eher zugenommen	
	Gemeinde- und Stiftwaldungen		ähnlich wie Staatswald	
Geroldsgrün	Finstergrund	0,25	25jährige Bestände, einige Tannen sind bereits abgestorben	
Gößweinstein	Wartleitenberg		3 Tannen, 12—15jährig, befallen (wurden herausgehauen und verbrannt)	Neuvorkommen.
	Hummenberg	0,8	30—40jährig; trotzdem befallene Stämme verbrannt wurden, zeigt sich die Laus in der ganzen Abteilung	Neuvorkommen.
	Gemeindewald Ebermannstadt	5—6	20—30jährige Tannen befallen; hier größere Lücken, die mit Fichten ausgepflanzt wurden	Seit 3—4 Jahren.
Kronach	Distrikt I—IV VI—X	19,1	15—35jährige Tannen; Befall schwach bis sehr stark, Zunahme weniger dem Umfang als dem Grad nach zu bemerken	
Außenstelle Zeyern	Distr. XI—XVII	14,3	12—34jährige Tannen; keine Flächenzunahme bis 1936. Befall schwach bis sehr stark	
Lichtenfels	Distr. I, III—V	16,0	Befall sehr stark, 20—70jähr. Bestände; jährlich müssen 80—100 fm ausgehauen werden	
Ludwigstadt	Weidmannsheil und Lauenstein		vereinzelt an bis 20jährigen Tannen	

(Fortsetzung.)

Forstamt bzw. Außenstelle	Waldorte	Befallene Fläche in ha	Alter der befallenen Tannen Intensität des Schadens	Bemerkungen
Nordhalben			Befall an einzelnen 15jährigen Tannen in Vorbaugruppen	
Rothenkirchen			nur an wenigen 15—20jährigen Tannen beobachtet; Schaden nicht festgestellt	
Außenstelle Tettau			wie Rothenkirchen	
Schwarzenbach a. W.	Bezirk Räumlas, Abt. Lahmgrund, Hahnengraben, alte Kirche. Lysenberg		einzeln und kleinflächenweise, sehr stark hauptsächlich im SO-Hang der Abt. Alte Kirche	Neuvorkommen in Lysenberg.
	Rauschengrund (Privatwald)			
Stadtsteinach	Altes Schloß und Hohelaß		Einzelbefall 20—30jähr. (leicht befallen)	
	Grünbürg	2,0	10—25jährig starker Befall	
	Eichelleite	1,0	10—25jährig, erst 1936 aufgetreten	
	Kastenleite	1—2	Jungwuchs; Befall wie Grünbürg	
	Hammerleite		wie Eichelleite	
	Dinkelleite und Röslein		nur einzelne leichtkranke Tannen zu sehen	
Steben und Langenbach			vereinzelt	
Steinwiesen	in allen 4 Bezirken		Befall an bis 30jährigen Tannen; nur vereinzelt und auf kleiner Fläche	
	Privatwald		viel umfangreicher, besonders auf Südhängen mit ärmeren Böden	
Außenstelle Effelter			wie im vorst. Bez.	
Wallenfels	Greinleite	1	18—36jährig	stark, daher stellenweise licht und schwach lückig. Von den vorhandenen Tannen ist der Großteil stark befallen; Abgang 10%
	Schrollenkamm	3	16—44jährig	
	Autigel	2	15—40jährig	

schäden nur durch die Forstämter Arzberg, Selb, Sparneck und Wunsiedel gemeldet, wobei es sich aber im wesentlichen um *piceae*-Vorkommen gehandelt haben dürfte. Nach den Angaben des Regierungsforstamts Bayreuth scheint übrigens *nüsslini* in keinem Forstamt des Frankenwaldes und des Frankenjuras zu fehlen. Außerdem ist vermutlich die Laus in sämtlichen Staatswaldungen Oberfrankens mit Tannenbeimischung anzutreffen. Eingehendere Untersuchungen haben die Annahmen noch weiter zu klären. Die Übersicht auf S. 12—13 läßt nähere Einzelheiten des Auftretens in den stärkst betroffenen Forstämtern Oberfrankens erkennen. Die Angaben geben den Stand vom Jahre 1937 wieder. Klagen über das Auftreten datieren übrigens seit dem Jahre 1920. Besonders stark betroffen war das Forstamt Kronach. Die ersten Berichte über Lausauftreten stammen aus den Jahren 1892—1895, wo jedoch *piceae* und nicht *nüsslini* sich an alten Stämmen bemerkbar machte.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang noch die Tatsache, daß *piceae* schon lange, wie oben angegeben, vor dem Auftreten von *nüsslini* an alten Stämmen beobachtet wurde, und zwar in Forstämtern, die auch heute noch frei oder fast frei von *nüsslini* sind, wie z. B. Langheim und Limmersdorf (1893) und Steeben (1895), aber auch in Forstämtern, die, wie ich mich persönlich überzeugen konnte, heute außerordentlich stark unter *nüsslini* zu leiden haben. Als Beispiel hierfür sei das Forstamt Stadtsteinach angegeben, das 1892 sehr starkes Auftreten der Tannenrindenlaus meldete, wobei wohl kaum anzunehmen ist, daß es sich um *nüsslini* gehandelt hat.

Ebenso wie in Oberfranken ist *nüsslini* in den unterfränkischen Tannenbeständen seit etwa 1926, so besonders im Spessart und Odenwald stärker aufgetreten. Seit diesem Zeitpunkt hat sich die Laus mehr oder weniger in den Forstämtern Hain, Heigenbrücken, Kothen, Langenprozelten (Forstamt Gemünden), Oberbach, Partenstein und Schöllkrippen bemerkbar gemacht.

In Mittelfranken, das ja nur geringes Tannenvorkommen hat, ist *nüsslini* nur in einigen Forstämtern schädigend aufgetreten. der erste Bericht stammt aus dem Jahre 1929, wo die Laus im Forstamt Rothenburg o. d. Tauber in einem 22jährigen Horst an 10 Pflanzen beobachtet wurde. 1934 hatte sie sich aber bereits weiter ausgebreitet und wurde vereinzelt in den Forstämtern Dombühl, Erlangen-Ost, Hofstetten, Nürnberg-Süd, Schernfeld und Treuchtlingen gefunden. Unangenehm war in erster Linie das Auftreten im Forstamt Nürnberg-Süd, wo sie 1933 zum erstenmal beobachtet wurde und in drei 10- bis 12jährigen Kulturen erheblichen Schaden anrichtete. Ein Drittel der Pflanzen wurde vernichtet.

Aus der Oberpfalz liegen bisher nur spärliche Meldungen vor. Den Berichten zufolge, in denen meist nur von Tannenwollläusen die Rede ist, scheint es sich im wesentlichen um *piceae* zu handeln, zumal hauptsächlich auch nur über das Auftreten in alten Beständen Mit-

teilungen vorliegen. In Frage kommen hier die Forstämter Freudenberg, Parsberg, Pfaffenhofen, Plößberg, Tennesberg, Waldmünchen und Wondreb. Eindeutiges *nüsslini*-Vorkommen ist aus den Forstämtern Vilseck und Plößberg bekannt. In letzterem trat die Laus in einem 18jährigen Tannenhorst auf. Untersuchungen zur Klärung der Frage des weiteren Vorkommens von *nüsslini* sind hier noch anzustellen.

In Niederbayern wurde nur im Forstamt Schönberg 1925 und 1928, sowie in der Forstamtsaußenstelle Oswald 1926 ein vereinzeltes Auftreten von *nüsslini* beobachtet. Im Forstamt Rabenstein wurde 1928 ein starker Befall von *piceae* an 30- bis 80jährigen Tannen angezeigt. Ob und inwieweit in letzterem Fall auch *nüsslini* vorhanden war, bzw. noch auftritt, bedarf ebenfalls einer Nachprüfung.

In Oberbayern fehlt *nüsslini* sowohl im Flachland als auch im Gebirge vollkommen. Nur im Forstgarten zu Grafrath bei Fürstenfeldbruck befindet sich ein Lausherd an Nordmannstannen. Die Läuse kommen dort schon seit einer Reihe von Jahren vor. Dagegen wird *piceae* regelmäßig an verschiedenen Stellen z. B. im Forstamt Isen und in Rott am Inn von Zeit zu Zeit immer wieder beobachtet.

Im Bezirk Schwaben, dessen Staatswaldungen an und für sich nur ein geringes Tannenvorkommen aufweisen, konnte bis jetzt weder *nüsslini* noch *piceae* registriert werden.

Außerordentlich schwer hat die Rheinpfalz unter *nüsslini* zu leiden. Hier befindet sich die Tanne bereits außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes und wurde an den meisten Orten erst im letzten Jahrhundert künstlich eingebracht. Sowohl standörtliche als auch klimatische und waldbauliche Verhältnisse haben hier der Laus äußerst zusagende Bedingungen geboten, so daß es nicht verwunderlich ist, wenn sie heute in den meisten Forstämtern des Pfälzer Waldes den Tannenjungwuchs zum Erliegen bringt, so daß wohl nichts anderes übrig bleibt, als in diesem Gebiet den Tannenbau, wenn nicht aufzugeben, so doch einzuschränken. Das erste stärkere Auftreten wird 1920 aus dem Forstamt Annweiler berichtet. Seit dieser Zeit ist die Verlausung trotz aller Maßnahmen unaufhaltsam vorwärtsgeschritten. Sehr stark leiden unter den Schäden mit nur geringen jährlichen Schwankungen die Forstämter Hohenecken, Johanniskreuz, Kirchheimbolanden, Neustadt a. d. Weinstraße (Nord und Süd), Schönau und Schweigen. Ferner wurde im Laufe der Jahre ein mehr oder weniger starkes Schadauftreten in den Forstämtern Bergzabern, Dahn, Dürkheim, Ebernburg, Elmstein Nord und Süd, Eppenbrunn, Eußertal Fischbach bei Dahn, Frankenstein, Hardenburg, Hinterweidental-Ost, Hochspeyer, Kaiserslautern-Ost, Kandel-Süd, Lambrecht, Landau, Landstuhl-Süd, Lauterecken, Merzalben, Otterberg, Pirmasens Nord und Süd, Ramsau, Schaidt, Trippstadt, Waldfischbach-Süd, Waldmoor, Wilgartswiesen und Zweibrücken beobachtet.

Das Vorkommen in Württemberg.

Die erste Meldung über das Auftreten von *nüsslini* stammt aus dem Forstamt Metzingen, wo im Jahre 1922 an achtjährigen Weißtannen, die auf eine Kahlfläche (Opalinuston und Eisensandstein) gepflanzt worden waren, Befall festgestellt wurde. Seitdem hat sich der Schädling, besonders in dem zu Württemberg gehörenden Teilen des Schwarzwaldes weiter ausgebreitet. 1926 wurde dann erstmals im Forstamt Lichtenstein auf einer Fläche von 5 ha in einer 15—20jährigen Weißtannenkultur *nüsslini*-Befall angetroffen, desgleichen im Forstamt Güglingen. In der Folgezeit eroberte die Laus immer mehr Fläche. So waren 1931 im Forstamt Güglingen 80 % der Tannen befallen, davon 50 % schwer. Im Forstamt Langenbrandt, in dem bis 1933 die Laus nur vereinzelt auftrat, waren 1934 50—70 % der Stämme befallen, bei einer Stammzahl von 50—70 000 je Hektar (natürliche Verjüngung). Auch heute leidet in Langenbrandt der größte Teil des Jungwuchses immer noch unter starker Verlausung, speziell da, wo er freigestellt ist. Ähnlich griff die Kalamität in anderen Forstämtern um sich. Es seien hier außer den schon genannten noch die Forstämter Altensteig, Baindt, Dornstetten, Enzklösterle, Freudenstadt, Gmünd, Klostereichenbach, Lichtenstern, Nürtingen, Ravensburg, Reichenberg, Söflingen, Welzheim, Wiesensteig und Wildbad genannt. In ihnen wurde im Lauf der Jahre teils schwächeres, teils sehr starkes Auftreten von *nüsslini* beobachtet.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß auch in Württemberg die „Trieblaus" in den verschiedensten Tannengebieten ziemlich stark verbreitet ist und besonders in Jungwüchsen nicht unerheblichen Schaden anrichtet.

Das Vorkommen in Baden.

In Baden haben wir vor allem im Schwarzwald größeres Tannenvorkommen. In dem außerhalb des Schwarzwaldes gelegenen Teilen ist die Tanne weiger häufig. Der nordöstliche Teil grenzt an die unterfränkischen Tannenvorkommen an. Auf Grund eines Berichtes der badischen Landesforstverwaltung vom 2. April 1927 traten *nüsslini* und *piceae* seit einigen Jahren, namentlich in Mittelbaden, in erheblichem Maße auf, wobei besonders die Schadwirkung von *nüsslini* zunehmend in Erscheinung trat. In den folgenden Jahren bis zum heutigen Zeitpunkt hat sich dann *nüsslini* weitere Gebiete in Baden erobert und nach dem letzten Rundschreiben der badischen Landesforstverwaltung vom 7. Mai 1936 ist anzunehmen, daß sie auch noch in die wenigen, bis jetzt verschont gebliebenen Gegenden (Forstämter Bonndorf, Donaueschingen, Villingen, Furthwangen, Löffingen, Neustadt, Schluchsee, Ühlingen, Stühlingen, Konstanz, Stockach, Überlingen und Pfullendorf) wenigstens in die tieferen Lagen eindringen wird. Hinsichtlich des Befalls nach Standort und Exposition zeigte sich, daß gute und geringe Standorte und alle Expositionen befallen werden können.

Das *nüsslini*-Vorkommen in Mittel- und Norddeutschland.

Gegenüber dem süddeutschen Vorkommen spielt das mittel- und norddeutsche eine wesentlich geringere Rolle.

Das Vorkommen in Hessen.

Dem Bericht der hessischen Landesforstverwaltung zufolge wird auf Weißtannenstandorten des hessischen Odenwaldes *nüsslini* und daneben auch *piceae* seit etwa 1927 beobachtet. Eine im Jahre 1936 angestellte Ermittlung ergab, daß sich die Läuse in den verflossenen Jahren im allgemeinen nicht weiter verbreitet haben. In den meisten Fällen handelt es sich auch nur um Einzelvorkommen, so daß dem Schädling in Hessen eine geringere wirtschaftliche Bedeutung zukommt. Ein starker Befall wurde 1936 nur an den 20—40jährigen Weißtannenbeständen des Forstamts Waldmichelbach gemeldet. Am stärksten leiden die Bestände auf Höhen und trockenen Westhängen der Buntsandsteinrücken, während tiefere und feuchtere Lagen, d. h. Böden, auf denen die Tanne standortsgemäß ist, den Befall durchweg besser überstehen.

Das Vorkommen in Thüringen.

Über das Auftreten von *nüsslini* innerhalb der Wuchsgebiete Thüringens liegen keine genauen Untersuchungen vor. Die Laus ist hier an absterbenden Tannen kaum beobachtet worden.

Das Vorkommen in Sachsen.

Über das Vorkommen in Sachsen befinden sich bei der sächsischen Landesforstverwaltung keine Unterlagen, so daß vorläufig Aussagen über das sächsische Tannenlausvorkommen nicht gemacht werden können.

Das Vorkommen in Preußen.

Preußen weist nur einige wenige Tannenvorkommen auf. Nach Francke-Großmann kommt *nüsslini* in Schlesien im Riesengebirge vor, wo die Naturverjüngungen stellenweise stark verlaust sind. Aus dem Gebiet des Regierungsforstamts Koblenz berichtet Falck über Tannensterben in der Eifel, bei dem sowohl *piceae* als auch *nüsslini* angetroffen wurde. In Nordwestdeutschland, wo der Anteil der Tanne an der Bestockung die Höhe von 1 % nur in einigen waldarmen Kreisen überschreitet, ist *nüsslini* im Bezirk des Regierungsforstamts Stade—Aurich schon sehr schädlich aufgetreten. So verursachte sie vor etwa 10 Jahren empfindliche Schäden in den Forstämtern Bederkesa und Kuhstedt, 1930 im Forstamt Harsefeld. Das Vorkommen in diesen Forstämtern ist auch jetzt noch mehr oder weniger stark. Vereinzeltes Auftreten meldete das Forstamt Bremer-

Nachweisung über die mit Weißtanne bestockten Flächen und über den Lausbefall im Forstamt Flensburg (1937).

Lfd Nr.	Gehege	Distrikt Abteilung	Altersklasse 1–20 Naturverjüngung	1–20 Saat	1–20 Pflanzung	21–40	41–60	61–80	Bemerkungen
1	Lindenritt	5 b	—	—	1,3	0,1	—	—	Auf den 0,1 ha etwas Befall.
2	„	8 a	—	—	0,5	—	—	—	
3	„	10 a	—	2,0	—	—	—	—	Kein Befall.
4	„	11 a	—	2,0	0,3	—	—	—	
5	„	12 a	—	—	1,5	—	—	—	
6	Handewitt	19 d	0,3	—	—	—	—	0,3	Alljährlich erkrankt der eine oder andere Stamm, Verjüngung erst 2jährig.
7	„	21 d	—	1,4	—	—	—	—	Gesund, 7jährig.
8	„	24 b	1,5	—	—	—	—	1,7	Verjüngung erst 3jährig, im Altbestand ab und zu ein kranker Stamm.
9	„	25 a	1,0	—	—	—	—	0.8	Verjüngung erst 3jährig, sonst kaum Befall.
10	„	29 a	1,5	—	—	—	—	2,5	Verjüngung 10jährig, gut, gesund, im Altbestand erkrankt ab und zu ein Stamm.
11	„	30	0,8	—	—	—	—	0,5	Verjüngung 3jährig, Altbestand gesund.
12	„	35 b	—	—	—	—	—	0,4	Gesund.
13	„	37	—	3,0	1,0	—	—	—	Saat ziemlich stark befallen, Pflanzgut gesund.
14	„	38	—	—	0,1	—	—	—	Gut, gesund.
15	Glücksburg	59 b	—	—	—	—	—	2,7	1930 stark befallen, 60 fm Aushieb, seitdem wesentlich besser, Naßkern.
16	„	65 c	—	—	—	—	—	0,4	Gesund.
17	„	27 d	—	—	—	2,0	—	—	Mehrfach stark befallen.
18	„	70	—	—	—	—	—	—	Einzelne 120jährige Tannen in Buchenbestand eingemischt von sehr gutem Wuchs.
19	Kluesnies	90	—	—	—	1,0	—	—	Auf einer Kuppe, schlecht wüchsig, Läusebefall.
20	„	92	—	—	—	—	—	0,2	Geringer Befall, dem Wind ausgesetzt.
21	„	94 c	—	—	—	—	—	0,2	Sehr gut wüchsig, ab und zu muß ein kranker Stamm entfernt werden.
22	„	95 a	—	—	—	0,1	—	—	Befall mittel.
23	„	96 b	—	—	0,4	—	—	—	Gesund, 8jährig.
24	„	98 a	—	—	—	—	—	0,4	Nur selten ein kranker Stamm.
			5,1	8,4	5,1	3,2	—	10,1	
			31,9 ha						

vörde. Auch im Forstamt Aurich ist das Vorhandensein von *nüsslini* alljährlich zu konstatieren. Im Regierungsforstamt Minden—Münster ist die Laus bis jetzt nicht in einem solche Maße vorgekommen, daß über sie aktenmäßige Unterlagen oder sonstige sichere Erfahrungen gesammelt werden konnten. Desgleichen liegen aus dem Regierungsforstamt Lüneburg keinerlei Meldungen über ein umfangreicheres Auftreten von *nüsslini* vor. Das Auftreten ist so gering, daß demzufolge auch von wirtschaftlichen Schäden keine Rede ist.

Im Regierungsforstamt Hannover—Osnabrück ist *nüsslini* in den Forstämtern Harpstedt, Diepholz, Erdmannshausen, Syke, Binnen, Nienburg, Hannover und Saupark, also im wesentlichen in den nördlichen Teilen des Regierungsbezirkes Hannover beobachtet worden, ohne daß es bis jetzt zu einem stärkeren Auftreten gekommen wäre.

Schließlich sei noch kurz das Lausvorkommen im Regierungsforstamt Schleswig erwähnt. Im Forstamt Schleswig befinden sich 3 ha 41- bis 60jährige Weißtannen, auf denen in geringem Umfang die Laus vorkommt. Außerdem sind 70 ha mit Weißtanne unterbaut (Altersklasse 1— 20). Um ein Bild von den Verhältnissen innerhalb des Regierungsforstamtes Schleswig zu geben, seien hier die Angaben über die mit Weißtanne bestockten Flächen des Forstamtes Flensburg und über das Auftreten der Laus in diesem Revier in vorstehender Übersicht angeführt. [1])

IV. Untersuchungen und Beobachtungen in den Jahren 1935—37 im Pfälzer- und Frankenwald.

1. Phänologie und Entwicklung.

Über den Entwicklungsverlauf im Pfälzer- und im Frankenwald habe ich bereits früher (1937) berichtet. Zur Ergänzung der dort gegebenen Angaben seien in diesem Kapitel noch eine Reihe phänologischer Daten aus den Jahren 1935—1937 wiedergegeben.

Wie aus dem Entwicklungsschema meiner früheren Abhandlung ersichtlich ist, spielt sich die Hauptentwicklung von *nüsslini* im Frühjahr ab. Leider konnte der Beginn der Frühjahrsentwicklung 1935 nicht in die Beobachtungen einbezogen werden, da erst zu einem Zeitpunkt, an dem die nadelsaugenden Progredientes zum Teil noch im zweiten und in der Hauptmasse im dritten Stadium sich befanden, mit den Untersuchungen im Pfälzer Wald begonnen wurde.

Doch war es möglich, in den Jahren 1936 und 1937 die ergänzenden Beobachtungen anzustellen.

Je nach den klimatischen Verhältnissen verschieben sich die Erscheinungszeiten der einzelnen Stadien der Sistens-, Progrediens- und

[1]) Die Bemerkungen bei den 61—80jährigen Tannen lassen nicht erkennen, ob es sich um *piceae-* oder *nüsslini*-Befall handelt und ob die Ursache der Erkrankung einzelner Stämme eindeutig auf eine der beiden Lausarten oder auf andere Ursachen zurückzuführen ist.

Sexuparageneration mehr oder weniger. Doch zeigt der Vergleich der Jahre 1935—1937, daß bestimmte Stadien jeweils immer zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhanden sind, auch wenn die Witterungsverhältnisse der einzelnen Jahre starke Abweichungen zeigen. So war z. B. das Neosistensstadium in den erwähnten 3 Jahren den ganzen September über ausschließlich vorhanden. Es mag dies damit zusammenhängen, daß bei den Neosistentes, die von Mai bis Mitte Oktober im Latenzzustand verharren — nur ein kleiner Teil entwickelt sich im Juli, bzw. August wieder zur eierlegenden Sistensmutter —, nicht so sehr klimatische Einflüsse als vielmehr innere Faktoren den Entwicklungsrhythmus zu bestimmen scheinen.

Für 1935 ergaben sich, beginnend mit der Beobachtung von Stadium III der Progrediensgeneration am 21. Mai, eine Reihe weiterer phänologischer Feststellungen. Ende Mai, Anfang Juni befand sich die Progrediensgeneration im 4. Stadium, während von der Sexuparageneration die Nymphen mit ihren Flügelstummeln auf der Unterseite der Nadeln saßen. Am 6. Juni war die Entwicklung der Progredien- und Sexuparageneration im wesentlichen abgeschlossen. Die Progrediensmütter begannen jetzt mit der Eiablage, die bis etwa Mitte Juni dauerte.

Abb. 5. Eihaufen der Frühjahrs-Sistens an vorjährigen Triebachsen. 5½mal vergr.

Das Schlüpfen der Neosistentes aus den Eiern der Progrediensgeneration erstreckte sich über die zweite Junihälfte.

Die Weiterentwicklung der von der im April erwachsenen Sistensmutter stammenden Neosistentes, die seit der ersten Maihälfte als Latenzlarven im Ruhezustand verharrt waren, setzte Mitte Juli ein. Anfang August waren sie bereits erwachsen und begannen mit der Eiablage (5. August). Allerdings war der Prozentsatz der Juli-August-Entwicklung auf sämtlichen 4 Stationen sehr klein. Nach den Beobachtungen Schneider-Orellis beendete in der Schweiz nur ein geringer Teil, höchstens 25 %, den Ruhezustand schon im Juli oder August, um in Weiterentwicklung zu gehen. Diese Angaben kann ich für

die verschiedenen Beobachtungsstationen des Pfälzer Waldes vollauf bestätigen. Der Prozentsatz der Weiterentwicklung betrug in der Mehrzahl der Fälle durchschnittlich nicht mehr als 8 bis 10 %. Auf einer Reihe von Bäumen trat überhaupt keine Weiterentwicklung ein. Über die Ursachen dieses Verhaltens müssen noch weitere Untersuchungen Aufschluß geben. Vermutlich geben bestimmte physiologische Prozesse im Innern der Wirtspflanze den Anreiz zum Beginn der Weiterentwicklung, während die Temperatur in diesem Fall nur eine mittelbare Rolle spielen dürfte, indem sie nach Auslösung der Entwicklung über deren Zeitdauer entscheidet, vor der Auslösung aber völlig unwirksam ist. Über diesen Einfluß der Nahrung auf die Entwicklung von Pflanzenparasiten hat bereits früher Börner (1928) nähere Mitteilungen gemacht.

Abb. 6. Neosistentes an Stammrinde. 32mal vergr.

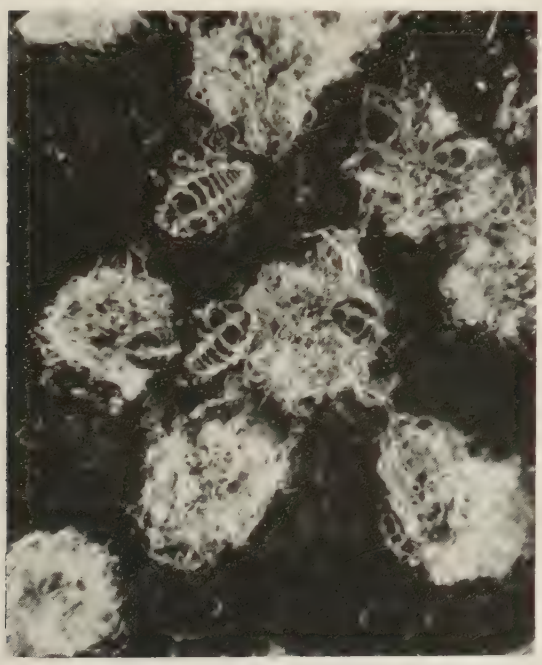

Abb. 7. Sistentes des 2. Stadiums direkt nach der Häutung. Dazwischen einzelne Neosistentes. 32mal vergr.

Die aus den Eiern der August-Sistensmütter stammenden Neosistentes verblieben nun zusammen mit den schon vom Frühjahr her vorhandenen Neosistentes bis etwa 25. Oktober im Ruhezustand, zu welchem Zeitpunkt fast schlagartig die Häutung der Neosistentes vor sich ging. Die Abb. 6—9 zeigen das 1. und 2. Sistensstadium. Die Überwinterung erfolgte fast ausschließlich im 2. Stadium. Im Gegensatz zu den Beobachtungen Schneider-Orellis waren die Fälle, in denen das 1. Stadium, also die Neosistens, überwinterte, äußerst selten.

Meist fanden sich nur an der Stammrinde einzelne Kolonien von Neosistentes, die jedoch auch hier dem 2. Stadium gegenüber völlig in den Hintergrund traten.

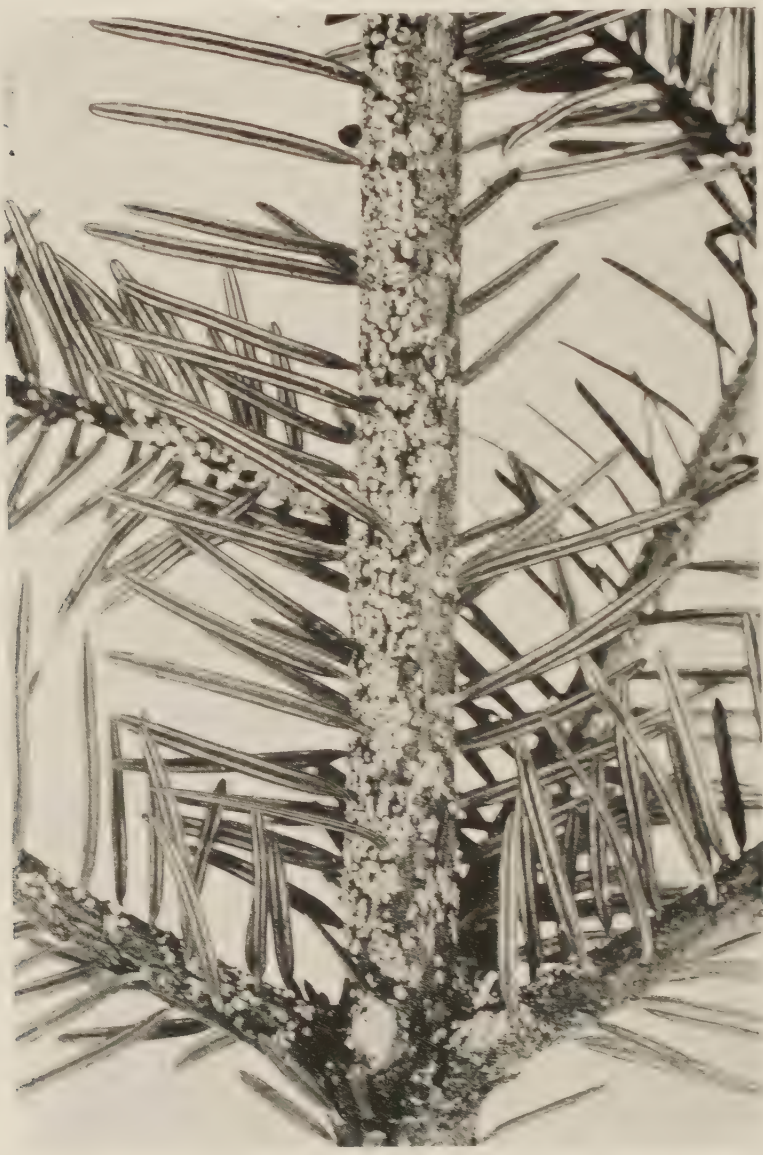

Abb. 8. Satzweise bis 2 Stadien an Zweigen und auch an der Rinde. Typisch weiß.

Nach Marchal fand die Überwinterung von *nüsslini* in seinen Zuchten von Fontenay-aux Roses (Seine) im Neosistensstadium statt. Die Umwandlung in das 2. Stadium ging erst im Frühjahr vor sich.

Desgleichen war das 3. Stadium für die Überwinterung von keiner weiteren Bedeutung; die Häutung des 2. Stadiums trat vielmehr erst nach der Überwinterung in Erscheinung.

Auch in den anderen Teilen des Pfälzer Waldes, ferner im Schwarzwald und im Frankenwald spielte die Hauptrolle für die Überwinterung das 2. Stadium, demgegenüber das 1. und 3. Stadium fast völlig zurücktraten.

Abschließend sei noch bemerkt, daß die für 1935 angegebenen Daten des Auftretens der einzelnen Stadien in allen 4 Stationen des Untersuchungsgebietes ohne wesentliche Differenzen übereinstimmten. Dasselbe gilt für die Angaben der Jahre 1936 und 1937. Abb. 10 gibt die klimatischen Verhältnisse für Juli, August und Oktober auf verschiedenen Stationen wieder.

Für das Jahr 1936, das sich gegenüber dem warmen und trockenen Jahr 1935 vor allem durch reichliche Niederschläge auszeichnete, seien

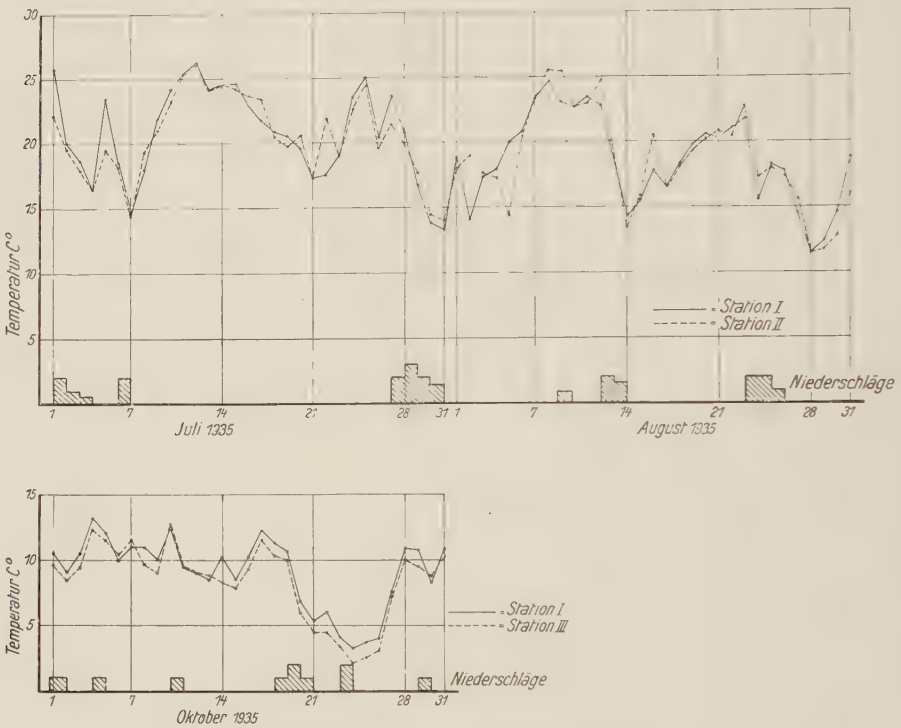

Abb. 10. Temperaturverlauf und Niederschläge in den Monaten Juli, August (Station I und II) und Oktober (Station I und III) im Jahre 1935.

folgende phänologische Feststellungen angeführt. Am 16. März waren an sämtlichen Orten der Versuchsstation im Pfälzer Wald nur noch vereinzelt 2. Stadien der Sistensgeneration anzutreffen; nahezu sämtliche Individuen befanden sich im 3. Stadium. Am 5. April wurden dann die ersten vereinzelten 4. Stadien, also die ausgewachsenen Sistensmütter, beobachtet. Bis zum 20. April hatte dann der Großteil der 3. Häutung abgeschlossen und bis Ende April hatten die erwachsenen Sistensmütter schon eine reichliche Menge Eier abgelegt. Am 2. Mai konnten allenthalben große Eihaufen, vor allem an den oberen Zweigen bobachtet werden. Die Maitriebe waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht herausgekommen. Eierlegende Sistensmütter konnten von diesem Zeitpunkt ab mehr oder weniger häufig noch bis etwa Mitte Mai

beobachtet werden, doch war die Hauptmasse der Eier bis etwa 3. Mai abgelegt worden. Am 11. Mai war der größte Teil der Neosistentes und Neoprogredientes aus diesen Eiern geschlüpft. Kurz nach dem Schlüpfen sind dieselben noch braun und ohne jegliche Wachsausscheidung und kriechen einige Zeit umher, bevor sie sich auf der Unterseite der Nadeln bzw. auf der Rinde niederlassen. Erst nach dem Festsaugen an einer Stelle färben sich die Neosistentes schwarz und beginnen mit der charakteristischen Wachsausscheidung (s. Abb. 6 und 7).

Während nun die Neosistentes für die nächste Zeit im Latenzstadium verblieben, machte die Entwicklung der Progrediensgeneration weitere Fortschritte. Am 25. Mai war im wesentlichen das 3. Progrediensstadium vorhanden. Am 26. Mai wurden die ersten Sexuparanymphen beobachtet. Am 11. Juni konnten die ersten erwachsenen Progrediensmütter und geflügelten Sexuparen angetroffen werden. Mitte Juni trat dann die Hauptmasse der Progrediensmütter in Erscheinung.

Die Weiterentwicklung eines Teiles der Neosistentes trat im Gegensatz zu 1935 erst Anfang August ein.

Die herbstliche Häutung der Neosistentes begann am 19. Oktober. Am 20. war bereits der Großteil im 2. Stadium.

Aus der Abb. 11 ist der Temperaturverlauf für die Frühjahrsentwicklung ersichtlich.

Zur Klarstellung der phänologischen Verhältnisse für 1937 konnten folgende Daten gesammelt werden: Die Sistensmütter im Frühjahr hatten am 7. Mai ihre Eiablage im großen und ganzen beendet. Zu diesem Zeitpunkt waren überall die großen Eihaufen, vor allem an den

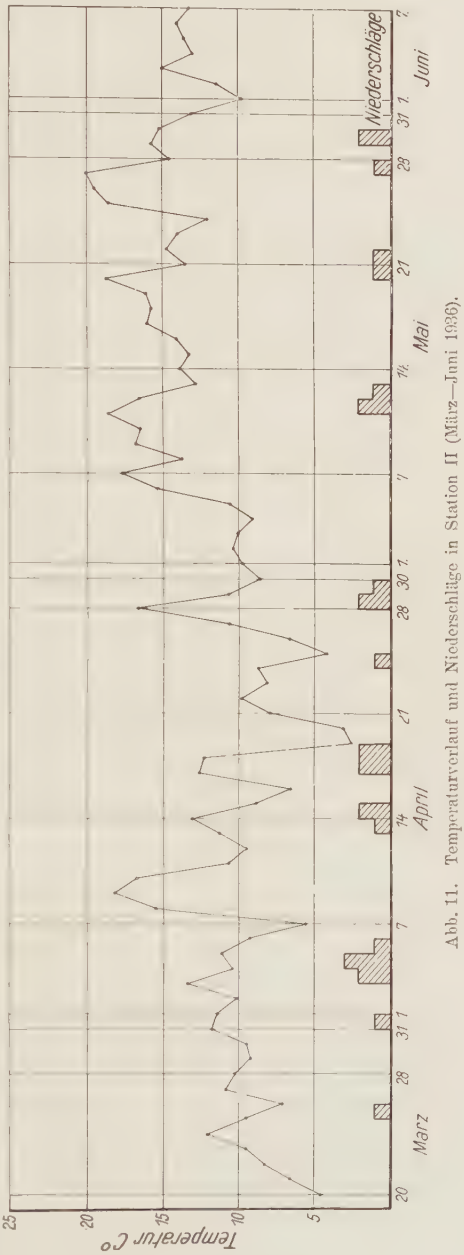

Abb. 11. Temperaturverlauf und Niederschläge in Station II (März—Juni 1936).

oberen Zweigen in den einzelnen Tannenbeständen, anzutreffen. Am 13. Mai konnte festgestellt werden, daß die Neosistentes und Neoprogredientes in ihrer überwiegenden Mehrzahl ausgeschlüpft waren. Am 30. Mai war die Mehrzahl der Progredientes bereits in das 4. Stadium getreten, soweit sie sich nicht zu Sexuparanymphen entwickelt hatten. Von etwa 10. Juni ab wurden allenthalben Sexuparafliegen und eierlegende Progrediensmütter gefunden. Die Eiablage der Progrediensmütter erstreckte sich teilweise noch bis Anfang Juli. Zu diesem Zeitpunkt war jedoch die Hauptmenge der Neosistentes aus den Progrediensmuttereiern ausgekommen.

Über den Beginn der teilweisen Weiterentwicklung der Neosistentes im Juli bzw. August war es nicht möglich, Beobachtungen anzustellen.

Als Stichtag für die herbstliche Häutung kam 1937 der 15. Oktober in Betracht. Zu dieser Zeit hatten sich die meisten Neosistentes der Häutung unterzogen. Aus welchen Gründen sich die Neosistentes in diesem Jahr viel früher der Häutung unterzogen als beispielsweise 1935, wo erst am 25. Oktober dieselbe allgemein in Erscheinung trat, läßt sich schwer sagen.

Die sämtlichen im vorhergehenden gemachten Feststellungen stellen im wesentlichen die Verhältnisse auf der Waldstation im Pfälzer Wald dar. Die im Frankenwald angestellten Beobachtungen decken sich jedoch im großen und ganzen mit denen des Pfälzer Waldes.

2. Bevölkerungsbewegung.

a) Populationsdichte.

Dadurch, daß die Läuse in der Hauptsache nur im Frühjahr Ortsveränderungen vornehmen, den größten Teil des übrigen Jahres aber an denjenigen Stellen, an denen sie sich festgesaugt haben, verharren, ergibt sich in gewisser Einsicht ein ganz bestimmtes Bild ihrer Verteilung an einem Baum. Es sind vor allem die Neosistentes und Neoprogredientes, die nach ihrem Ausschlüpfen im Mai eine große Wanderlust zeigen, und die verschiedenen Teile eines Baumes besetzen. Die im Juli und August ausschlüpfenden Neosistentes, die sich den Mai-Neosistentes zugesellen, verändern, ebenso wie die im Juni aus den Eiern der Progrediensmütter schlüpfenden Neosistentes das im Frühjahr geschaffene Befallsbild infolge ihrer verhältnismäßig geringen Zahl nur unwesentlich.

Wenn wir zu einem Zeitpunkt, an dem nur Sistentes vorhanden sind, also etwa im September (Neosistentes) oder im November (in weiße Wachswolle gehüllte überwinternde Sistentes des zweiten Stadiums), ihre Verteilung an der Rinde eines Baumes betrachten, dann kann man beobachten, daß sie speziell bei Tannenjungwuchs entweder auf sämtlichen Teilen der Pflanze sitzen können, sowohl an der Rinde der Maitriebe als auch an der der dickeren Äste und des Stammes, oder daß die Stammrinde frei von ihnen ist und lediglich die Äste und die

Achsen der Maitriebe Besatz zeigen. Bei mannshohen Bäumen in Freiland ist dieser Fall, daß der Stamm frei von Läusen ist, während die Zweige stärkeren Befall aufweisen, sehr häufig anzutreffen. Die genannten Erscheinungen kann man sowohl bei Tannen, die erst kurz befallen sind, als auch bei schon längere Zeit von Läusen heimgesuchten Exemplaren finden.

Bei älteren Bäumen (40—50 Jahre und älter) hinwiederum kann die Krone völlig frei von Sistentes sein, dagegen der Stamm selbst entweder mehr unten oder in der Mitte, oder nur im oberen Teil, oder auch von unten bis unten befallen sein. Die Angaben Schneider-Orellis, nach denen bei 25—50jährigen Weißtannen in den Wäldern um Zürich nicht bloß die Kronen, sondern auch die obersten Stammpartien keinen Befall aufwiesen, während weiter unten die Stammrinde in einer Zone von mehreren Metern Breite über und über mit weißwolligen Sistentes bedeckt war, treffen auf die von mir näher untersuchten Befallsgebiete des Pfälzer- und Frankenwaldes in analoger Weise zu.

Die Populationsdichte der an der Stammrinde, sowie an der Rinde der dickeren Zweige festsitzenden Sistentes bzw. Neosistentes kann außerordentlich verschieden sein. Meist sind Zweige nur an einzelnen Stellen stärker besetzt, dazwischen sind Lücken, auf denen überhaupt keine Laus zu finden ist. Analog sind die Verhältnisse an der Stammrinde. Hier kann sich der Befall oft gleichmäßig über die ganze Mantelfläche des Stammes erstrecken, wenngleich seine Wetterseite in der Regel nicht oder nur schwächer von den Läusen bedeckt ist. Die nachfolgende Tabelle gibt einige Zahlen über die Bevölkerungsdichte auf einen Quadratzentimeter Stamm- bzw. Zweigrinde.

Tabelle 1.

Forstamt bzw. Außenstelle	Stamm- bzw. Zweigdurchmesser in cm	Anzahl Neosistentes/cm²
Schweigen (Pfalz)	5,5	303, 394, 415
	4,0	457, 489
Bobenthal (Pfalz)	14,0	519, 498, 280
	1,5	112, 213, 96
Zeyern (Frankenwald)	7,0	402, 714, 593, 622, **927**, 846, 672

Aus der Tabelle ist ersichtlich, welch hohe Belagsziffern auf einem Quadratzentimeter vorkommen können. In dem Fall, wo 927 Individuen auf 1 qcm sich befanden, war die zur Verfügung stehende Fläche vollständig ausgenützt und praktisch kein Zwischenraum zwischen den einzelnen Läusen mehr vorhanden.

Um jedoch das Bild von der Verteilung der Läuse an einem Baum besser verstehen zu können, ist es zweckmäßig, die Wanderung der aus den Eiern der im Frühjahr erwachsenen Sistensmutter schlüpfenden

Läuse näher zu verfolgen. Wie schon erwähnt, gehen aus einem Eihaufen einer solchen Sistensmutter Neosistentes und Neoprogredientes, bzw. aus den Eiern die von den Sistensmüttern an alter Stammrinde sich entwickeln, nur Neosistentes hervor. Der größte Teil der letzteren siedelt sich wieder auf den einzelnen Stammpartien an. Bei jüngeren Tannen von etwa 2 m Höhe, die beispielsweise sowohl Zweig als auch Stammbefall zeigen, wandern die Neosistentes entweder auf dem oberen Teil des Baumes an die Triebe oder sie begeben sich auch stammabwärts. Mit Hilfe von Leimringen konnte ich die Wanderungen der Neosistentes an einer Reihe mannshoher Tannen im Pfälzer Wald näher untersuchen. Abb. 12 zeigt die untere Hälfte eines Leimrings, der in $2^1/_2$ m Höhe angebracht war. Die Rinde unterhalb des Leimrings war stark von weißwolligen Sistensmüttern befallen. Aus der Abbildung ist deutlich die große Menge der Läuse, die zur Spitze des Baumes strebte, zu ersehen. Auch an den oberen Teilen verschiedener Leimringe war eine starke Häufung von Läusen festzustellen, so daß angenommen werden kann, daß dieselben die Tendenz hatten, nach abwärts zu wandern. Dieses letztere Verhalten stimmt mit den Beobachtungen von Schneider-Orelli überein, der in Zuchtversuchen an Topfbäumchen im Gewächshaus feststellte, daß regelmäßig eine derartige Abwanderung von Neosistentes an das Stämmchen eintrat. Der Anteil der Läuse der im Freiland nach unten sich bewegte, war jedoch, wie aus den Leimringversuchen deutlich hervorging, in der Regel wesentlich kleiner.

Abb. 12. Große Mengen von Neosistentes unterhalb eines Leimringes. Nat. Größe.

Inwieweit unter diesen Umständen die Bezeichnung *Dreyfusia Schneideri* für die rindenbewohnenden Sistentes sich halten läßt, müssen erst noch weitere Untersuchungen ergeben. Es handelt sich ja, wie bereits Schneider-Orelli angibt, bei den die Stammrinde bewohnenden Sistentes nicht um eine morphologische, sondern lediglich um eine biologische Differenzierung. Es ist leicht möglich, daß die zur Höhe strebenden Sistentes, deren Mütter Stammrindenbewohner waren, wieder Progredientes hervorbringen können, und dadurch sich auch biologisch nicht mehr von den triebbewohnenden Sistentes unterscheiden lassen. Weitere Untersuchungen, vor allem über den Einfluß

des Nährsubstrats auf die Entstehung von Neosistentes und Neoprogredientes können hier noch manche Klärung bringen. Es scheint, daß der Unterschied zwischen der Stammrinde alter und junger Tannen sehr viel ausmacht. Schneider-Orelli konnte in Zuchtversuchen an Topfpflanzen nachweisen, daß unter der Nachkommenschaft von überwinternden Sistentes, die an den Stämmchen junger Weißtannen saßen, sich Progredientes befanden, allerdings weniger als bei der Nachkommenschaft triebsaugender Sistentes.

Sehr charakteristisch ist nun das Verhalten derjenigen Neosistentes, die sich auf der Rinde der Maitriebe festsaugen. Wie bei den älteren Zweigen setzt sich auch hier der Großteil auf die Unterseite der Trieb-

Abb. 13. Wipfeltrieb einer mannshohen Tanne mit Neosistentes. (Als dunkle Flecke zu erkennen.) Nat. Größe.

Abb. 14.
Ausschnitt aus Abb. 13. Die dicht zusammensitzenden Neosistentes sind deutlich zu erkennen. 3½mal vergr.

achsen. Dabei bevölkern sie in der Hauptsache die basalen Teile der Achse und nehmen gegen die Spitze des Triebes hin kontinuierlich ab. Selbst bei sehr starkem Auftreten konnte ich in keinem Fall beobachten, daß sie die gesamte Achse besiedelten, vielmehr wanderte dann ein Teil von ihnen auf die Rinde der vorjährigen Triebe und älteren Zweige, die sie dann allerdings mehr oder weniger gleichmäßig überziehen. Eine Ausnahme machen lediglich die senkrecht stehenden Wipfeltriebe. Bei diesen verteilten sich in der Mehrzahl aller Fälle die Neosistentes mehr oder weniger regellos über die ganze Achse. Die Abb. 13 u. 14 stellen den ungleichmäßigen Befall auf einem Wipfeltrieb dar. Die folgenden Tabellen geben als Beispiel ein Bild von der Verteilung der Neosistentes auf den Maitrieben und vorjährigen Trieben stark befallener, mannshoher Tannen. Zur Erläuterung der Bezeichnungen in den Tabellen möge Abb. 15 dienen.

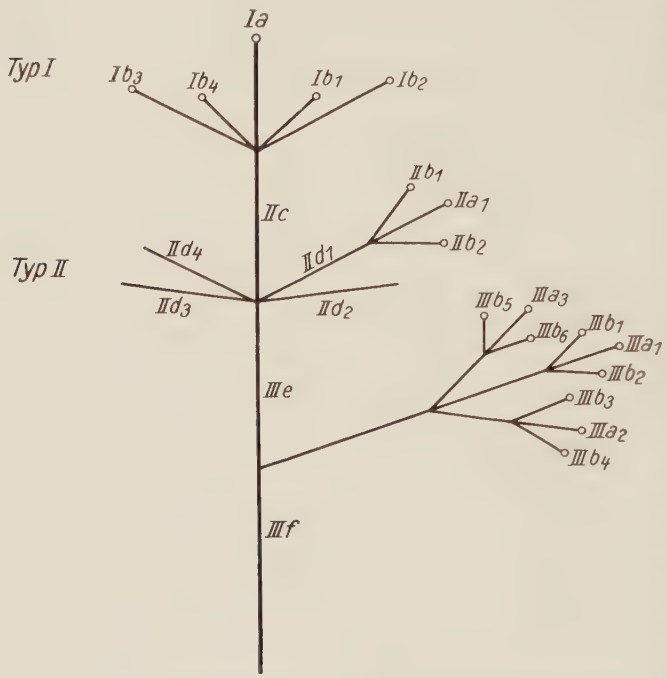

Abb. 15. Zweigbezeichnungen für die Auszählung der Neosistentes.

Aus der Tabelle 2 ist die kontinuierliche Abnahme der Neosistentes auf den Maitriebachsen von der Basis zur Spitze der Achse hin deutlich zu ersehen. Ferner gibt sie uns darüber Aufschluß, daß die Anzahl der Läuse in dem oberen Teil des Baumes wesentlich größer ist und gegen die Mitte nach unten zu ebenfalls sich verringert. Die gleichmäßigere Verteilung aller Neosistentes auf einem vorjährigen Maitrieb geht aus Tab. 3 hervor.

Außerdem wäre zu bemerken, daß die Unterseite im allgemeinen stärker besetzt ist als die Oberseite. An manchen Bäumen konnte allerdings auch beobachtet werden, daß die Neosistentes sich nicht so sehr auf der Unter- und Oberseite als vielmehr auf den beiden Seiten der Achse niedergelassen hatten. Doch waren diese Fälle nicht die Regel.

Tabelle 2. Häufigkeitsverteilung der Neosistentes auf den Maitrieben einer Tanne, Station III, Baum 5. 18. Juni 1936. Sehr stark befallen Nadeln im oberen Teile stark eingerollt.

Anzahl Neosistentes je laufende Zentimeter von der Basis zur Spitze der Triebachse.

Lfde. cm	Typ Ia (20 cm)		Typ IIa$_1$ (14,5 cm)				Typ IIIa$_1$ (11,5 cm)				Typ IVa$_1$ (11 cm)				Typ Va$_1$ (9 cm)				Typ VIa$_1$ (8 cm)				TypVIIa$_1$ (6,5 cm)				TypVIIIa$_1$ (6,5 cm)			
	Zahl/cm	%	Unterseite	%	Oberseite	%	Unterseite	%	Oberseite	%	Unterseite	%	Oberseite	%	Unterseite	%	Oberseite	%	Unterseite	%	Oberseite	%	Unterseite	%	Oberseite	%	Unterseite	%	Oberseite	%
1	14	2.10	166	36,32	91	27,83	156	48,45	145	51,06	104	40,15	46	35,38	75	39,09	25	43,84	42	47,73	26	31,33	30	44,78	23	37,29	14	38,89	9	34,62
2	73	10,85	118	25,82	83	25,38	114	35,40	83	29,23	93	35,91	42	32,31	68	34,52	9	15,61	26	29,55	33	39,76	12	17,91	10	16,95	10	27,78	8	30,77
3	68	10,10	72	15,75	79	24,16	27	8,35	39	13,73	30	11,58	18	13,85	21	10,66	5	8,77	2	2,27	10	12,05	7	10,45	6	10,17	2	5,56	4	15,38
4	97	14,41	48	10,50	33	10,09	2	0,65	10	3,52	7	2,70	5	3,85	12	6,29	8	14,04	3	3,41	2	2,41	4	5,97	5	8,47	4	11,11	0	—
5	57	8,47	17	3,72	13	3,98	2	0,65	3	1,06	0	—	4	3,08	4	2,03	1	1,75	2	2,27	2	2,41	3	4,48	2	3,39	2	5,56	0	—
6	55	8,17	6	1,31	11	3,36	0	—	0	—	2	0,77	3	2,31	2	1,02	0	—	2	2,27	8	9,63	10	14,93	7	11,86	1	2,78	2	7,69
7	24	3,57	6	1,31	2	0,61	3	0,93	0	—	2	0,77	0	—	3	1,52	2	3,51	7	7,95	0	—	1	1,49	6	10,17	3	8,33	3	11,54
8	39	5,79	6	1,31	4	1,22	0	—	2	0,70	3	1,12	0	—	5	2,54	1	1,75	4	4,55	2	2,41	67		59		36		26	
9	52	7,73	9	1,97	3	0,92	2	0,65	0	—	5	1,93	2	1,54	7	3,50	6	10,53	88		83									
10	34	5,05	0		1	0,31	7	2,18	0	—	2	0,77	4	3,08	197		57													
11	33	4,90	1	0,22	1	0,31	6	1,89	1	0,35	11	4,21	6	4,62																
12	24	3,57	1	0,22	0	—	3	0,93	1	0,35	259		130																	
13	16	2,38	2	0,44	4	1,22	322		284																					
14	12	1,78	4	0,88	1	0,31																								
15	8	1,19	1	0,22	1	0,31																								
16	6	0,89	457		327																									
17	11	1,63																												
18	13	1,93																												
19	18	2,67																												
20	19	2,82																												
	673																													

Tabelle 3.

Verteilung der Neosistentes auf einem vorjährigen Maitrieb (Station III, Baum 3, Typ II d_1, 23. September 1935).

Lfd. cm	Anzahl Neosistentes		Gesamtzahl Sistensmütter	Bemerkungen
	Unterseite	Oberseite		
1	68	24	33	
2	103	32	13	
3	73	66	7	
4	113	43	4	
5	66	37	4	Die Sistensmütter sind bereits abgestorben. Trieblänge 16 cm. Durchmesser der Achse an der Basis 5,5 mm, an der Spitze 4.0 mm. Befall stark. Nadeln eingerollt.
6	62	20	3	
7	75	33	3	
8	65	38	2	
9	73	28	2	
10	59	21	2	
11	45	29	1	
12	34	24	1	
13	28	23	1	
14	40	28	1	
15	47	19	1	
16	58	30	1	
	1011	497	79	
	1508			

Die in Tab. 2 geschilderten Verhältnisse wurden in analoger Weise bei sämtlichen Bäumen, von denen im Laufe der Zeit eine große Anzahl untersucht wurde, angetroffen. Sämtliche Bäume, deren Triebe Lausbesatz zeigten, waren in der angegebenen Weise befallen, wobei es gleichgültig war, ob sie sehr starken, mittelstarken oder nur schwachen Befall aufwiesen. Besonders klar ist die Verteilung der Neosistentes in etwa mannshohen Kulturen zu beobachten. Die Abbildungen 16 und 17 geben die Verteilung der Neosistentes auf Maitriebachsen wieder.

Was die Progredientes anlangt, so ist es ebenfalls Regel, daß der obere Teil des Baumes den stärksten Befall zeigt, während in der Mitte und vor allem unten ihre Zahl nachläßt, bzw. überhaupt keine Exemplare mehr anzutreffen sind. Die Abnahme des Befalls ist aus dem Nachlassen der Krümmung der Nadeln an den Trieben der Abb. 18 ersichtlich.

Ist ein Baum mehrere Jahre hindurch befallen, dann ist auf der Rinde der einzelnen Zweige meist eine mehr oder weniger starke Kruste von toten Läusen, Wachsausscheidungen und Chitinresten vorhanden. Auf dieser Schicht findet dann der Pilz *Apiosporium pinophilum* zu-

sagende Lebensbedingungen, so daß die Mehrzahl aller lausbefallenen Tannen von ihm ergriffen werden und die Zweige wie mit Ruß überzogen aussehen.

Abb. 16. Maitrieb mit Neosistentes und Nesprogredientes. Die Abnahme der Neosistentes von der Basis zur Spitze der Triebachse ist deutlich zu erkennen. 2mal vergr.

b) Die Weiterausbreitung im Walde.

Da in unseren Wäldern *Picea orientalis* normalerweise fehlt, die Sexuparageneration also für die Weiterausbreitung ausfällt, kommen lediglich die ungeflügelten Stadien der Sistens- und Progrediensgene-

ration für dieselbe in Frage. Speziell sind es die frisch aus dem Ei geschlüpften Neosistentes und Neoprogredientes, die eine große Wanderlust zeigen, und infolgedessen die Hauptbeteiligung bei der aktiven Ausbreitung ausmachen. Haben sie sich aber einmal an einer Stelle festgesaugt, so spielen sie für die Weiterverbreitung keine direkte Rolle mehr.

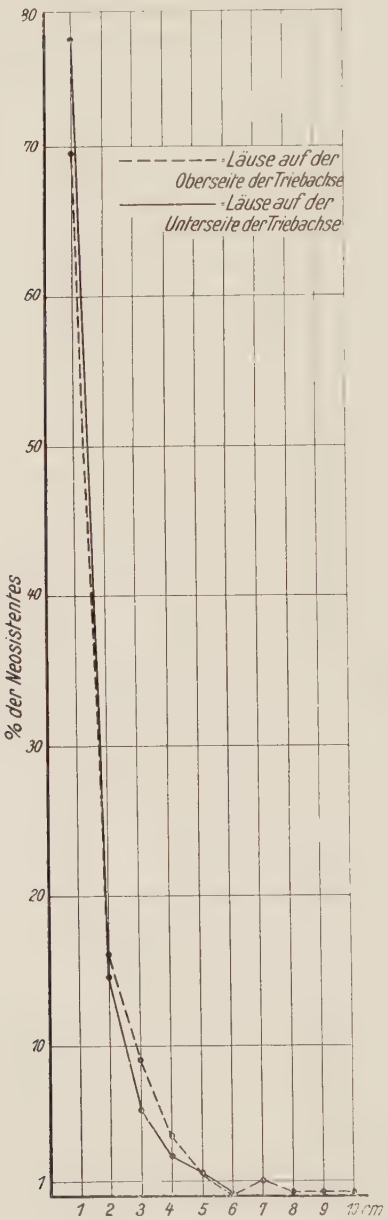

Abb. 17. Prozentuale Abnahme der Neosistentes von der Basis der Maitriebachse zur Triebspitze. (Typ $IIIb_1$)

Um diese Wanderung der Junglarven näher zu verfolgen, unternahm ich im Frühjahr 1937 auf der Waldstation im Pfälzer Wald eine Reihe von Versuchen mit Leimpapier und Leimringen. Diese Versuche hatten zum Ziel, den Weg, den die wandernden Larven des 1. Stadiums zurücklegten, festzustellen. Zu diesem Zweck wurden an einer Anzahl mannshoher Tannen Leimringe in verschiedener Höhe angebracht. Zum Teil befanden sie sich direkt am Fuße des Stammes, teils in 1 m, $2^1/_2$ m Höhe usw. Ferner wurden unter stark befallenen Bäumen mit Raupenleim bestrichene Papiere von etwa 1 qm Größe ausgelegt. Desgleichen wurden Leimpapierstreifen hängend unter einzelnen mit Sistensmüttern und Eiern besetzten Zweigen angebracht. Das Ergebnis dieser gesamten Versuche läßt sich, wie folgt, zusammenfassen:

Die frischgeschlüpften Junglarven, speziell die Neosistentes, wandern nach allen Richtungen. Sie bewegen sich, wie bereits früher erwähnt, sowohl baumaufwärts als auch baumabwärts, desgleichen horizontal. Sie fanden sich nicht nur an den Rändern der Leimringe in größerer Menge (vgl. Abb. 12), sondern auch auf den am Erdboden liegenden Leimpapieren, so daß eine Wanderung von Baum zu Baum als gegeben erscheint. Da auch eine aktive Überwanderung von Zweigen befallener Bäume auf solche von lausfreien konstatiert werden konnte, erklärt sich die konzentrische Aus-

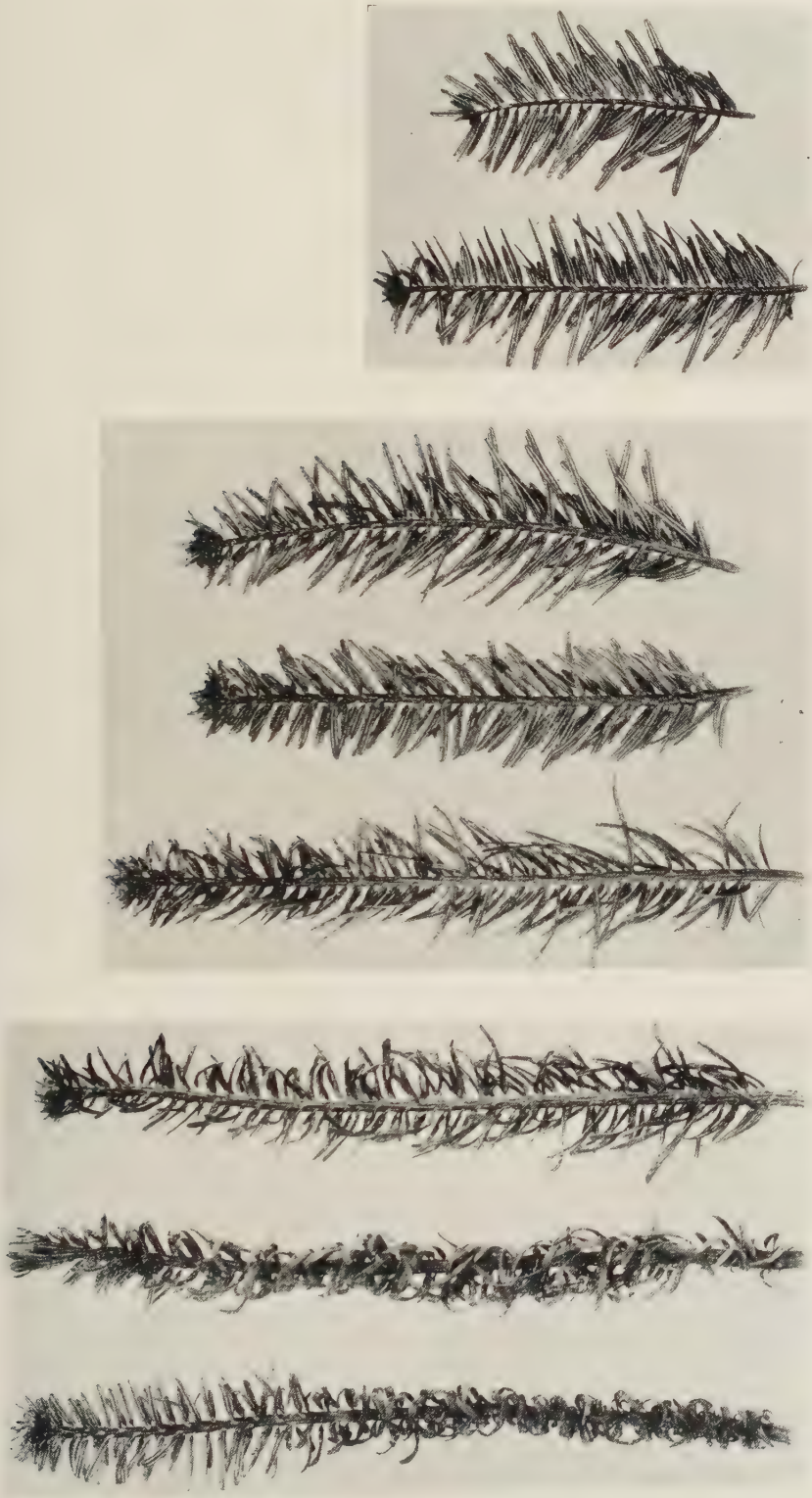

Abb. 18. Abnahme der Progredienzschädigung vom Wipfel zum Fuße einer Tanne. $^2/_3$ nat. Größe.

breitung von einem Infektionsherd aus, wie sie besonders in mehr oder weniger reinen Tannengruppen zu beobachten ist.

Daß außer einer aktiven Wanderung auch noch eine passive Verschleppung durch den Wind nicht ausgeschlossen ist, konnte durch die hängenden Leimpapierstreifen gezeigt werden, die zum Teil größere Mengen von Läusen aufwiesen, und zwar an Stellen, wohin die einzelnen Individuen nicht durch Wanderung, sondern lediglich durch Windverwehung gelangt sein konnten. Diese zweifellos große Bedeutung des Windes für die Verbreitung von *nüsslini* soll in diesem Jahre noch weiter untersucht werden; denn die Windverschleppung dürfte für die Entstehung neuer *nüsslini*-Herde in großer Entfernung von den alten, wohl die wichtigste Rolle spielen, der gegenüber andere Umstände, wie Verschleppung durch Vögel, Wild usw., von untergeordneter Bedeutung sein dürften. Versuche in dieser Hinsicht werden diesen Punkt noch weiter klären.

3. Die Nachkommenproduktion bei *D. nüsslini*.

Bei *nüsslini* ist sowohl bei den einzelnen Generatioen als auch bei ein und derselben Generation die Zeugungskraft sehr verschieden. So ist, was den letzteren Fall angeht, die Eiproduktion der Sistensmutter im Frühjahr um ein Vielfaches größer als diejenige der Augustsistensmutter. Und selbst bei der Frühjahrssistensmutter weist die Eizahl je nach dem Sitz der Läuse an der Tanne beträchtliche Unterschiede auf, indem z. B. die an den oberen Zweigen sitzenden Sistentes wesentlich mehr Eier zu produzieren in der Lage sind als die Individuen an älterer Zweig- und Stammrinde.

Gemäß diesen Umständen sind auch die bis jetzt in der Literatur vorliegenden Angaben über die Eizahl von *nüsslini* nur relativ zu werten.

Nach Eckstein betrug die Anzahl der von den Sistensmüttern nach der Überwinterung abgelegten Eier 110—120. Seine am 1. Mai 1889 angestellten Beobachtungen bezogen sich auf die an vorjährigen und vorvorjährigen Trieben der Nordmannstanne sitzenden Läuse. Bei der Progrediensgeneration stellte er fest, daß die erwachsenen Mütter bis zu 20 Eier abzulegen vermögen. Nüßlin fand bei der Hauptexsulansform (*Exsulans vernalis* = Frühjahrssistens) an der Rinde der jungen Triebe je Weibchen 134 und mehr Eier. Marchal (1913) gibt einige Zahlen über die tägliche Eiproduktion einer Frühjahrssistensmutter. Danach betrug die Ablage bei einem Individuum innerhalb 24 Stunden 12 Stück, im Mittel von 6 Tagen 15 Stück. Weitere Angaben über die Zeugungskraft von *nüsslini* sind dann erst wieder in Arbeiten der neueren Zeit enthalten. So bringt Schimitschek 1928 auf Grund einer theoretischen Überlegung eine kurvenmäßige Darstellung der Vermehrungstendenz der Triebrindensauger (Sistensgeneration) und Nadelsauger (Progrediens- und Sexuparageneration) bei günstiger Witterung und einem Eingang von 30 % jeder Generation. Es wird

theoretisch davon ausgegangen, daß am Beginn des Jahres 1920 eine *Hiemalis*-Latenzlarve (= Neosistens) vorhanden sei. Im 3. Jahr (1922) würde dann die Vermehrungskurve der Nadelsauger 37 Mill., die der Triebrindensauger 378 Mill. erreicht haben. Eine weitere Mitteilung über die Nachkommenproduktion der im Frühjahr erwachsenen Sistentes macht Börner (1932). Nach ihm legen sie 500 und mehr Eier.

Schließlich seien noch die Beobachtungen von Komarek und Pfeffer[1]) angeführt, denen zufolge der Vermehrungsquotient für eine Generation 140fach ist.

Was nun die Zeugungskraft der einzelnen Generationen anlangt, so ist zweifellos die Frühjahrssistensmutter, und zwar die auf den oberen Zweigen an der Rinde der vorjährigen Triebe sitzende, imstande, die größte Eizahl gegenüber allen anderen Eierlegerinnen zu produzieren. Dabei ist hier an diejenigen Individuen gedacht, die auf gleichwüchsigen etwa 10—30jährigen Tannen ohne Schirm vorkommen, also auf Tannen, die der Sonnenstrahlung ungehinderten Zutritt gewähren und auch sonst in bezug auf Standort und Wirtschaftsform den für ein optimales Gedeihen der Tanne zu fordernden Ansprüchen nicht genügen. Die von der Frühjahrssistens erzeugte Eimenge dürfte als die absolute Eizahl von *nüsslini* zu betrachten sein, wenn man darunter jene Durchschnittseizahl versteht, die von einem Weibchen im Optimum aller maßgebenden Bedingungen abgelegt wird. Denn einmal dürfte der Ernährungszustand des Materials dem Optimum entsprechen, indem einerseits in den Saftverhältnissen der Pflanzenteile im Frühjahr ein wichtiger Faktor für die Steigerung der Fruchtbarkeit zu erblicken sein dürfte und andererseits dürfte vor allem dem Umstand, daß dieser Generation eine außerordentlich lange Entwicklungszeit zur Verfügung gestanden hat, eine günstige Wirkung im Sinne einer Steigerung der Fruchtbarkeit zuzusprechen sein. Man denke nur daran, daß die große Mehrzahl der hier in Frage kommenden Sistensmütter ein volles, bzw. wenn sie von den Augustsistensmüttern stammen, $^3/_4$ Jahr zu ihrer Entwicklung gebraucht haben. Daß diese Länge der Entwicklungsdauer für die Fruchtbarkeit sicherlich eine Rolle spielt, dürfte auch daraus hervorgehen, daß diejenigen Sistensmütter, die im Juli oder August zur Eiablage schreiten, also nur etwa 2—3 Monate zu ihrer Entwicklung benötigt haben, unter den gleichen standörtlichen Bedingungen eine verhältnismäßig viel kleinere Anzahl Eier legen als die Frühjahrssistensmütter.

Auf die Bedeutung der Entwicklungsdauer für die Fruchtbarkeit wurde schon von verschiedenen Autoren hingewiesen. So hat Balbiani eine progressive Verminderung der Eiröhrenzahl in den Nachsommer- und Herbstgenerationen der Reblaus beschrieben. Auch Cholodkovsky (1895) hat gezeigt, daß bei seinem *Chermes sibiricus* die späteren Generationen weniger Eier legen. Ferner hat Nüßlin für die Wurzellaus der Tanne nachgewiesen, daß deren Fruchtbarkeit im Herbst stark abnahm.

[1]) Die Übersetzung ihrer tschechischen Arbeit ins Deutsche verdanke ich Herrn Hubert Fechter, Böhmisch-Krumau

Daß die im Frühjahr auf der Rinde der dickeren Zweige und des Stammes zur Entwicklung gelangenden Sistentes in der Regel eine geringere Eizahl aufzuweisen haben als die auf demselben Baum an der Rinde der oberen Zweige, speziell an den vorjährigen Trieben sitzenden Sistensmütter, hängt wohl in erster Linie mit einer qualitativen Verschiedenheit des Nahrungssubstrates zusammen, insofern als ältere Rinde weniger zusagende Ernährungsbedingungen bieten dürfte. Bei sehr hoher Populationsdichte an Stammrinde ist auch an den die Fruchtbarkeit der Weibchen herabsetzenden Einfluß des engen Lebensraums zu denken.

So konnten Smirnov, Wiolovitsch und Polejaeff bei den Cocciden *Lepidosaphes ulmi* L. und *Chionaspis salicis* L. nachweisen, daß die durchschnittliche Fruchtbarkeit der Weibchen um so mehr sank, je dichter die Bevölkerung wurde. Von einem gewissen Grad der Dichte angefangen, waren sogar vollkommen sterile Weibchen anzutreffen, deren Prozentsatz mit dem Anwachsen der Populationsdichte immer höher und höher wurde.

Was nun die Bevölkerungsdichte der Sistentes auf den vorjährigen Maitrieben anbelangt, so dürften auf Grund des früher in dem Kapitel über Populationsdichte Gesagten über die Verteilung der Läuse auf den Maitriebachsen auch in diesem Punkt die bestmöglichen Bedingungen gegeben sein. Bezüglich des Einflusses von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf die Eiablage sind wir über das Optimum noch nicht genau unterrichtet. Immerhin dürften die Bedingungen im vorliegenden Fall weitestgehend entsprochen haben.

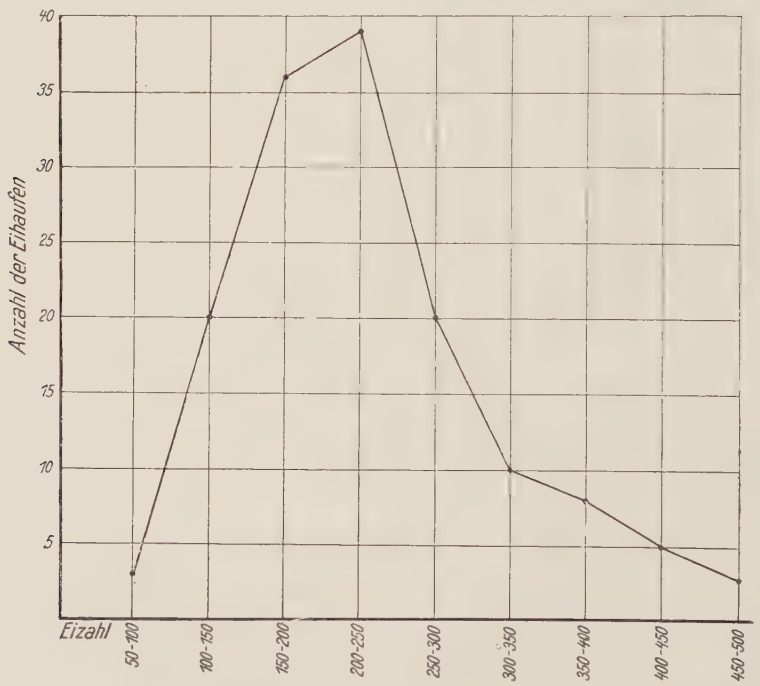

Abb. 19. Eizahl der Frühjahrssistens an oberen Zweigen mannshoher Tannen. (Station II.)

In der Abb. 19 ist das Ergebnis der Auszählungen von 144 Eihaufen von Frühjahrssistensmüttern an oberen Zweigen mannshoher Tannen aus Station II des Pfälzer Versuchsgebietes graphisch dargestellt. Die Eihaufen wurden im Mai 1937 kurz vor dem Schlüpfen der Eier abgenommen, also zu einem Zeitpunkt, an dem die Eiablage im wesentlichen abgeschlossen war. Als höchste Eiziffer eines Eihaufens wurden 491 Eier gefunden, im Mittel 233. Diese Zahl hätte also als absolute Eizahl von *nüsslini* für die oben angegebenen Verhältnisse zu gelten. Es ist geplant, noch weitere Angaben über die Eizahl der Frühjahrssistens aus anderen Gebieten unter entsprechenden Verhältnissen zu sammeln.

Die Eizahl der Frühjahrssistentes an älterer Rinde zeigte ein deutliches Sinken der Eiziffer. Die Progrediensmütter und die Augustsistensmütter produzierten durchschnittlich 10—20 Eier. Es ist notwendig, noch weitere Untersuchungen über die Eizahl der verschiedenen Generationen von *nüsslini* anzustellen.

4. Zur Epidemiologie von *D. nüsslini*.

Obwohl *D. nüsslini* seit einigen Jahrzehnten in immer stärkerem Maße zu einer Bedrohung für unseren Tannenjungwuchs geworden ist, hat das Problem ihrer Epidemiologie bis jetzt noch keine zufriedenstellende Lösung gefunden. Lediglich Schimitschek versuchte 1928 anläßlich von Beobachtungen über eine Übervermehrung der Trieblaus in der Pfalz Gründe für ihren Massenwechsel anzugeben, ohne daß es ihm allerdings gelungen wäre, eine eindeutige epidemiologische Klärung herbeizuführen. Er betrachtet, worin ich ihm völlig beistimme, das Massenauftreten der Laus im Verein mit den der Tanne nicht zusagenden standörtlichen Faktoren als eine Funktion klimatischer Verhältnisse. Neben der Temperatursumme in den einzelnen Monaten mißt er der Anzahl der Niederschlagstage mit > 5 mm speziell in den Monaten März bis Juni, die für ihn die kritische Zeit darstellen, ausschlaggebende Bedeutung zu. Auf seine Ausführungen werde ich später noch einmal zurückkommen.

Nahrungsfaktor. Unter den biotischen Faktoren, die für das Gedeihen der Laus von Wichtigkeit sind, spielen zweifellos die Ernährungsverhältnisse die Hauptrolle. Durch die Kahlschlagwirtschaft der vergangenen Zeit, die an Stelle gemischter Bestände aus Tanne, Buche und Fichte reine gleichalterige Bestände schuf, wurden der Laus äußerst zusagende Bedingungen geschaffen. Speziell die plötzliche Freistellung, die sich gerade bei der Tanne mit ihren langlebigen Nadeln besonders schädlich auswirken muß, bot der Laus die für ihr Gedeihen optimalen Bedingungen. Näheres über die Beziehungen zwischen waldbaulichen Maßnahmen einerseits und Lausauftreten andererseits habe ich bereits früher veröffentlicht (1937).

Zusammenfassend soll hier lediglich noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die durch die unvermittelte Freistellung des Jungwuchses

entstehenden physiologischen Veränderungen in der Tanne der Laus das bestmögliche Gedeihen gewährleisten, während unter Schirm der Schädling weit weniger zusagende Voraussetzungen findet und unter Umständen stark eingedämmt wird, obgleich er sich natürlich, wenn einmal vorhanden, auch unter Schirm mehr oder weniger unangenehm bemerkbar machen kann. Vom waldbaulichen Standpunkt aus betrachtet, wird daher die für die Tanne naturgemäße Wirtschaftsform, nämlich der Plenterwald diejenige Betriebsform darstellen, die sowohl der Tanne die besten Existenzbedingungen bietet und außerdem die Laus überhaupt nicht oder nur sehr schwer hochkommen läßt. Künftige Untersuchungen über das Verhältnis von Nahrungsfaktor und Laus können noch weitere wichtige Aufschlüsse geben.

Parasiten und Feinde. Eine wesentlich unbedeutendere Rolle als der Nahrungsfaktor spielen die Feinde der Laus. Sie sind bei uns vom epidemiologischen Standpunkt aus betrachtet, ohne jede praktische Bedeutung, sofern es nicht gelingen wird, durch ihre künstliche Massenvermehrung ihre Stoßkraft wesentlich zu steigern. Als Feinde kommen in unserem Gebiet hauptsächlich Syrphidenlarven und Coccinelliden in Betracht. Parasitische Schlupfwespen und Dipteren scheinen zu fehlen, wenngleich in der Literatur, allerdings ohne Namensangabe, manchmal von ihnen die Rede ist.

Lediglich bei *Chermes piceae* sind parasitische Schlupfwespen bekannt geworden. So zog Ratzeburg aus oberschlesischem Material von *piceae* 3 Schlupfwespen nämlich *Ceraphron piceae, Pteromalus coccorum* und *Chrysolampus piceae.*

Bei *Chermes piceae* erwähnt Ratzeburg, daß er außer Schlupfwespen noch einen anderen Feind dieser Rindenlaus bemerkt habe, nämlich *Leucopis atratula.* Aus deren gelbgrauen Tönnchen gelang es ihm, einen sehr kleinen *Ceraphron* (*Ceraphron syrphi* Bé) zu züchten. Cholodkovsky (1907) betont, daß es ihm bei seinen vieljährigen anatomischen Untersuchungen der *Chermes*-Arten kein einziges Mal gelungen sei, parasitische Schlupfwespen — oder Dipterenlarven im Körper der *Chermes* aufzufinden. Baudisch konnte in siebzigjährigen Tannenbeständen südlich von Olmütz an Stämmen, die mit *piceae* besetzt waren, ein starkes Auftreten von Syrphidenlarven, die er für *Syrphus seleniticus* Ng. hielt, konstatieren. Außer Fliegen- und Coccinellidenlarven erwähnt Cholodkovsky noch Spinnen und Wanzenlarven der Gattung *Anthocoris* als Feinde von *Chermes.* Von den letzteren konnte er nicht direkt beobachten, daß sie die *Chermes* aussaugten. Neuerdings beschäftigten sich auch Komárek und Pfeffer mit den Feinden der Laus. Neben der Spinne und den Schlupfwespen sind es nur die Marienkäferchen und ihre Larven, die die Laus in allen ihren Entwicklungsstadien verfolgen. Nach ihren Angaben braucht die Marienkäferlarve während ihrer Entwicklung bis

acht Larven täglich. Nähere Angaben über die erwähnten Schlupfwespen fehlen. Für die Vernichtung der Laus kommen nach den genannten Autoren folgende Coccinelliden in Frage: *Aphidecta obliterata, Coccinella bipunctata, Anatis ocellata, Scymnus impexus, Sc. nigrinus, Sc. abietis, Sc. suturalis, Sc. frontalis, Chilocorus bipustulatus.* Die Frage ist bloß, ob es möglich sein wird, dieselben in kurzer Zeit und in so großer Menge zu züchten, daß sie für verseuchte Bestände genügen würden.

Auf meiner Pfälzer Waldstation konnte auch ich in keinem Fall parasitische Schlupfwespen oder Fliegen beobachten, sondern ebenfalls nur das Vorhandensein von Coccinelliden und Syrphiden feststellen. Es waren besonders zwei Arten von Marienkäferchen, die häufiger auftraten, nämlich *Aphidecta obliterata* L. und *Exochomus quadripustulatus* L. Die letztere Species gehört zu den Arten, deren Puppe von der in der Mittellinie des Rückens geplatzten letzten Larvenhaut in der ganzen Länge eingeschlossen bleibt (s. Abb. 20).

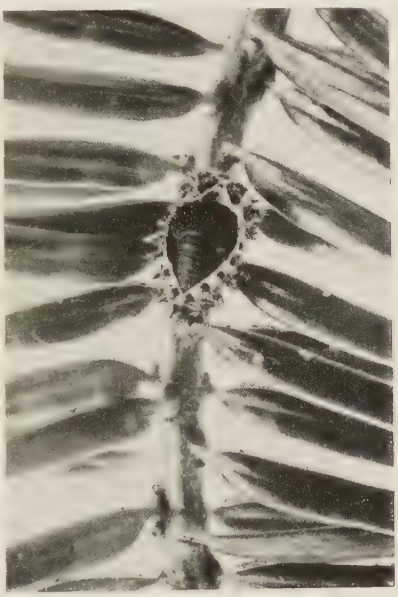

Abb. 20.
Puppe von *Exochomus quadripustulatus* L in der letzten Larvenhaut. 2mal vergr.

Von Syrphiden konnte ich auf Maitrieben Angehörige der Gattung *Syrphus* und *Pipiza* beim Vertilgen von Läusen beobachten.

Daß unsere insektenfressenden Vögel sich um die Laus kümmerten, konnte ich niemals feststellen. Bei der Kleinheit der Läuse erscheint es auch ziemlich ausgeschlossen, daß die Vögel sie als Nahrung auswählen könnten. Bestrebungen, durch Vogelschutzmaßnahmen die Bevölkerung der Laus herabzudrücken, sind daher von vornherein als abwegig anzusehen.

Standörtliche Faktoren. Von den abiotischen Faktoren sollen zunächst die standörtlichen Faktoren hinsichtlich ihrer Auswirkung auf das Massenvorkommen von *nüsslini* näher untersucht werden. Wie in dem Kapitel über das Lausvorkommen in den einzelnen deutschen Tannenbeständen dargelegt wurde, findet sich die Laus in Gebieten, die in bezug auf ihre geologische Beschaffenheit große Verschiedenheiten zeigen. So tritt sie im Fränkischen Jura ebenso auf wie im Frankenwald, dessen Grundgestein der Kulmformation angehört und in der Hauptsache aus Tonschiefer und Grauwacke besteht, während sie in der Rheinpfalz auf den auf Buntsandstein stockenden Tannen ebenfalls günstige Daseinsbedingungen findet.

Was die einzelnen Standorte und Expositionen betrifft, so läßt sich hier keine Gesetzmäßigkeit feststellen. Es werden gute und geringe Standorte und alle Expositionen befallen. Soviel läßt sich aber sagen, daß warme und trockene Süd- und Westlagen im allgemeinen *nüsslini* mehr zusagen und daß vor allem hier die Tanne dem Befall in stärkerem Maße und rascher erliegt als auf den für ihr Gedeihen günstigen Nordlagen. Auf den Standorten, die für die Tanne als optimal anzusehen sind, ist sie auch gegen die Laus widerstandsfähiger und auch imstande, sich von dem Befall besser zu erholen. So ist z. B. auch in der Pfalz der Befall auf Nord- und Nordosthängen mit frischen Böden geringer gewesen als auf sonnseitigen Hängen und in trockenen Höhenlagen. Bei ihrer ungeheuren Vermehrungskraft ist jedoch die Laus in der Lage, auch auf Nordhängen immer mehr an Boden zu gewinnen und sehr schädlich zu werden, vor allem, wenn die Wirtschaftsform gemäß den obigen Ausführungen der Tanne nicht zusagt.

Temperatur und Feuchtigkeit. Vergleicht man die Jahre starken Auftretens mit solchen, in denen die Laus nur sehr schwach vorkommt, und stellt man dann eine Beziehung zu den klimatischen Verhältnissen her, so wird man, wenn man von den Schwankungen, die durch die oben geschilderten Verhältnisse (Freistellung, trockene Südhänge usw.) absieht, feststellen können, daß speziell trockene warme Jahre Massenvermehrungen auslösen, während nasse Jahre die Bevölkerungsdichte erheblich herabzusetzen vermögen. Ein Studium dieser Beziehungen muß daher Klarheit in die Dynamik des Massenwechsels von *nüsslini* bringen. Sehr aufschlußreich für das Studium dieser Beziehungen waren die klimatischen Verhältnisse der Jahre 1935 und 1936, von denen 1935 im allgemeinen warm und trocken war, 1936 dagegen unter ziemlicher Nässe zu leiden hatte. Diese Feststellungen gelten für die Pfälzer Waldstation und für den Frankenwald. Beim Studium der klimatischen Bedingungen in den beiden Jahren stellte sich nun heraus, daß *nüsslini* der Temperatur gegenüber einen ziemlich weiten Anpassungsbereich zu besitzen scheint, die Niederschläge dagegen neben dem Nahrungsfaktor das regulierende Prinzip ihres Massenwechsels darstellen. Den Maßstab hierfür bot der Vergleich der Mortalität der einzelnen Stadien der verschiedenen Generationen in den beiden Jahren. Dabei sei gleich bemerkt, daß nach den bisherigen Beobachtungen die Neosistens als dasjenige Stadium mit der relativ geringsten ökologischen Valenz gegenüber den Klimafaktoren, speziell gegenüber der Feuchtigkeit in Erscheinung trat und epidemiologisch betrachtet, als das kritische Stadium zu werten sein dürfte. Einschränkend muß hier noch hinzugefügt werden, daß das Studium der Wintermortalität noch aussteht. Vor allem ist noch der Eingang nach der Überwinterung etwa von Anfang März bis Ende April, also bis zur Eiablage der Sistensmütter quantitativ

zu untersuchen. Nach meinen vorläufigen Feststellungen dürfte aber dieser Ausfall im Vergleich mit der Sterblichkeit der Neosistentes in nassen Perioden eine weniger große Rolle spielen.

Wenn Schimitschek nach seinen Beobachtungen in der Pfalz als die kritischen Monate für die Entwicklung der Laus die Monate März bis Juni bezeichnet, so kann sich diese Feststellung einerseits auf die ebenerwähnte Entwicklung der Sistensstadien nach der Überwinterung und andererseits auf die Eiablage und die Entwicklung der Progrediensgeneration beziehen. Denn die im Mai ausschlüpfenden Neosistentes schreiten ja, von dem geringen Teil der sich im Juli bzw. August weiterentwickelt, abgesehen, erst ab Mitte Oktober zur Weiterentwicklung, sind also in der Hauptmasse von Mai bis Mitte Oktober im Latenzzustand und da die Temperatur während dieser Zeit keinen weiteren Einfluß auf sie ausübt, vor allem den wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen ausgesetzt. Dabei sind stärkere, aber kurze Niederschläge nicht von der Bedeutung, wie längerandauernde Nässeperioden, die stets eine mehr oder minder große Sterblichkeit bedingen. Solche länger anhaltende Regenperioden können aber innerhalb des ganzen Zeitraumes, in dem das Neosistensstadium vorhanden ist, also von Mai bis Mitte Oktober, auftreten und die Bevölkerung dezimieren.

Eine Dezimierung der Progrediensgeneration in deren Entwicklungszeit (Mai bis Juni) bedingt, da ihr Vermehrungspotential ohnehin wesentlich geringer ist als das der Sistensgeneration, einen viel geringeren Ausfall der Gesamtbevölkerung. Noch weniger spielt ein Ausfall der Sexuparageneration, deren Entwicklungszeit mit der der Progrediensgeneration zusammenfällt, epidemiologisch bei uns eine Rolle.

Wie wirkten sich nun die Jahre 1935 und 1936 auf die Sterblichkeit, die an Hand der toten Neosistentes gemessen wurde, aus. Während 1935 sowohl im Pfälzer als auch im Frankenwald der Eingang der Neosistentes im Durchschnitt nicht mehr als 10 % betrug (Feststellungen im November 1935, zu dem Zeitpunkt, an dem die Neosistentes sich bereits gehäutet hatten), war ihre Sterblichkeit in beiden Gebieten Ende 1936 wesentlich höher. So betrug die Sterblichkeit auf den einzelnen Stationen des Pfälzer Versuchsgebietes durchschnittlich 50—60 %, auf Station III (Nordhang) waren bei einzelnen Bäumen sogar 80—90 % der Neosistentes abgestorben. Analoge Feststellungen konnten im Frankenwald (Kronach und Stadtsteinach) gemacht werden. Bemerkenswert ist, daß das Sterblichkeitsprozent bei verschiedenen Bäumen auf kleiner Fläche manchmal stark schwankte.

Die Feuchtigkeit selbst vermag auf zweifache Weise zu wirken, einmal durch direkte Einwirkung auf die Läuse und dann noch durch Veränderungen in der Saftleitung des Baumes.

Ein Absterben der Läuse tritt allerdings auch dann ein, wenn im umgekehrten Fall die einzelnen Zweige des Baumes von der Spitze her beginnend, vertrocknen. In diesem Fall gehen die Läuse mit dem Zweig, an dem sie sitzen, zugrunde, ohne daß sie den Versuch machen,

sich auf andere noch frische Teile des Baumes, wo sie zusagende Bedingungen finden würden, zu begeben. Diese Erscheinung konnte an absterbenden Tannen allenthalben beobachtet werden.

Einen typischen Fall klimatisch bedingter Mortalität lernte ich im September 1937 kennen. [1]) Es handelte sich um einen mehrere Hektar

Abb. 21. Natürliche Erholung bei Presseck (Frankenwald). Die Nadeln des Maitriebs 1936 zeigen noch die typische *nüsslini*-Schädigung. Die Maitriebe 1937 sind lausfrei. $^3/_4$ nat. Größe.

großen durchschnittlich mannshohen Tannenbestand bei Presseck (Frankenwald, 690 m), der zum Zwecke der Christbaumgewinnung angepflanzt worden war. Seit einer Reihe von Jahren richtete die Laus

[1]) Die Kenntnis dieses Falles verdanke ich Herrn Forstmeister Wirth, Stadtsteinach.

dort ziemlichen Schaden an. Bei der Besichtigung zeigte sich nun, daß bei einem Großteil der Bäume die Nadeln bis 1936 einschließlich gekrümmt waren und auch sonst zeigten die Bäume das typische Bild der *nüsslini*-Schädigung. Die Maitriebe 1937 dagegen besaßen ein völlig normales Aussehen (Abb. 21), ein Zeichen, daß 1936 der Lausbefall aufgehört haben mußte, d. h. die Neosistentes mußten in der Zeit vom Mai bis Oktober 1936 zugrunde gegangen sein. Sistentes des zweiten und vierten Stadiums konnte ich auf den Maitrieben 1936 an keinem einzigen Baum feststellen. Es waren also die Neosistentes abgestorben und überhaupt keine Sistentes des zweiten Stadiums zu Beginn der Überwinterung entstanden. An einer großen Zahl von Bäumen bot sich überall das gleiche Bild, so daß praktisch von einem Erlöschen des Befalls gesprochen werden kann. Damit ist nicht gesagt, daß nicht doch noch ein ganz kleiner Teil der Läuse durchgekommen ist, der bei günstigen Bedingungen im Laufe der Jahre den Bevölkerungsstand wieder in die Höhe zu bringen vermag. Bei einer neuerlichen Besichtigung am 21. April 1938 konnten auch vereinzelte Sistensmütter an einem Baum beobachtet werden. Untersucht man nun die Niederschlagsverhältnisse für Presseck, so ergeben sich folgende Jahressummen der Niederschläge in Millimeter:

Mittel	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
(1901—1925) 939	1165,3	953,5	1080,3	1001,9	1478,6	1017,0	803,8	720,0	730,0	902,0	1050,0

Man ersieht daraus, daß seit 1932 die Niederschlagssummen unter 1000 mm liegen und erst 1936 diese Grenze wieder überschreiten. Die Jahre mit einem Niederschlag unter 1000 mm waren also für das Gedeihen der Laus günstig, das Ansteigen auf 1050 mm dagegen hatte eine außerordentlich hohe Sterblichkeit zur Folge. Da der fragliche Bestand bei Presseck noch rund 50 m höher liegt als die Niederschlagsstation, kann die Niederschlagssumme noch etwas höher als 1050 mm angenommen werden.

Für die Jahre 1935 und 1936 seien noch die monatlichen Niederschlagssummen in Millimeter für Presseck wiedergegeben:

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1935	80	138	33	143	63	67	16	69	73	94	37	89
1936	90	75	38	90	79	118	160	85	70	90	95	60

Die monatlichen Niederschlagssummen für 1936 wurden durch Interpolation aus der Niederschlagskarte gewonnen.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß vor allem die beiden Monate Juni und Juli 1936 sich durch eine hohe Niederschlagssumme auszeichnen, und so die Forderung nach einer länger andauernden, die Vernichtung der Läuse herbeiführenden Nässeperiode erfüllen.

Wenn nun, wie im vorhergehenden gezeigt wurde, nasse Jahre das Gedeihen der Laus beeinträchtigen und trockene Jahre dasselbe begünstigen, so mußten sich in anderen Gebieten analoge Erscheinungen feststellen lassen. In der Tat konnten auf Grund eines größeren Aktenmaterials, dessen Auswertung allerdings sehr kritisch geschehen mußte, gleichsinnige Feststellungen getroffen werden. So machte sich z. B. in einer größeren Anzahl Forstämter des Schwarzwaldes in den Jahren 1934 und 1935 eine Zunahme der Läuse bemerkbar. Nach Wimmer treten im Schwarzwald Läuse in der Regel in Lagen über 600 m, auf Nordnordwest- und Nordostlagen schon von geringerer Höhe ab, nicht auf. Nach W. Peppler haben, nach den Beobachtungen der badischen meteorologischen Stationen berechnet, im Schwarzwald Lagen zwischen 600—800 m folgende Niederschläge (in Millimeter):

Im Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
An der Luvseite .	112	112	135	118	122	147	164	134	120	136	120	128	1548
An der Leeseite .	88	77	91	80	94	109	110	98	83	89	83	76	1078

was einer hygrischen Kontinentalität nach Gams von 24° für die Luvseite und 33° für die Leeseite entspricht.

Die jährlichen Mitteltemperaturen bei 600 m betragen im südlichen Schwarzwald 7,3° C, im nördlichen Schwarzwald 8,1° C.

Diese jährlichen Niederschlagssummen würden in Übereinstimmung mit dem Rückgang der Läuse bei Presseck im Jahre 1936, in dem die Niederschlagssumme 1050 mm betrug, zeigen, daß ein jährlicher Niederschlag, der über diese Zahl hinausgeht, den begrenzenden Faktor für das Auftreten von *nüsslini* darstellt.

So würde sich auch das Fehlen der Laus im Bayerischen Alpengebiet erklären lassen, wo die langjährigen Mittelwerte des Niederschlages weit über die Summe von 1100 mm hinausgehen. Beispielsweise beträgt der mittlere jährliche Niederschlag (Mittelwert 1901 bis 1925) in Traunstein 1522 mm, in Marquartstein südlich vom Chiemsee 1620 mm, und in Berchtesgaden 1484 mm. Auffallend sind für das ganze Gebiet besonders die hohen Niederschlagsmengen im Juli, die für die im vorhergehenden genannten Orte 195 mm, 214 mm und 199 mm erreichen, während alle anderen Monate etwas geringere Niederschlagshöhen aufweisen.

Zusammenfassend ergeben sich also für den Massenwechsel von *D. nüsslini* folgende Gesichtspunkte:

Unter den biotischen Faktoren spielen Parasiten und Feinde der Laus in unserem Gebiet keinerlei ausschlaggebende Rolle, während der Nahrungsfaktor für das Auftreten eine wesentlich größere Bedeutung besitzt. Für Massenvermehrungen besonders geeignet sind Tannen-

jungwuchs (8—30 Jahre) und auch noch Stangenhölzer bei Freistand, wo eine mehr oder weniger intensive Sonneneinstrahlung möglich ist. Unter Schirm sind im allgemeinen Massenvermehrungen seltener. Die durch die Freistellung der Wirtspflanzen sich ergebenden physiologischen Veränderungen des Nährsubstrats scheinen der Laus besonders zuzusagen und ihre Vermehrung zu fördern. Die für das Entstehen einer Massenvermehrung günstigen Bedingungen können selbst auf kleiner Fläche mehr oder weniger schwanken. Eine echte Periodizität des Massenwechsels besteht daher nicht, wenn gleich gewisse Klimazyklen einen solchen gelegentlich vortäuschen können. In den von der Laus verseuchten Gebieten ist stets ein ziemlich hoher eiserner Bestand vorhanden.

Hinsichtlich der allgemeinen Bodenverhältnisse besitzt *nüsslini* einen weiten Anpassungsbereich, der sich im wesentlichen mit dem ihrer Wirtspflanze deckt. Was die klimatischen Verhältnisse anbelangt, so ist der Anpassungsbereich in bezug auf die Temperatur ebenfalls sehr weit, während die relative Luftfeuchtigkeit im Verein mit dem Nahrungsfaktor das regulierende Prinzip des Massenwechsels darstellt. Vom epidemiologischen Gesichtspunkt aus betrachtet, ist die Neosistens als das Stadium mit der geringsten ökologischen Valenz anzusehen. Länger andauernde Nässeperioden innerhalb der Monate Mai bis Oktober bedingen stets einen mehr oder weniger hohen Eingang. Dabei hat sich gezeigt, daß Gebiete, deren jährliche Niederschlagssumme 1050—1100 mm dauernd übersteigt, von der Laus verschont bleiben, in Gebieten dagegen, in denen die jährliche Niederschlagssumme sich unter dieser Grenze bewegt, die Laus stets mehr oder weniger stark auftreten kann. Für das Gebiet des Frankenwaldes mit einer jährlichen mittleren Niederschlagsmenge von 825 mm wird stets eine Lausgefahr vorhanden sein. Ähnliches gilt für andere von der Laus verseuchte Gebiete.

Wie aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, sind noch eine Reihe wichtiger Fragen zu lösen, die zum Teil schon in Angriff genommen sind.

V. Abwehr und Bekämpfung der Weißtannenlaus.

Nachdem, wie bereits in einem früheren Kapitel näher ausgeführt wurde, *nüslini* bei uns keine wirksamen Feinde besitzt, und infolgedessen mit einer biologischen Bekämpfung Erfolge nicht zu erzielen sind, vorausgesetzt, daß es nicht doch noch gelingt in der Heimat der Laus einen wirksamen Parasiten zu finden, kommen für ihre Niederhaltung also nur waldbauliche und chemische Maßnahmen in Betracht. Bei den waldbaulichen Maßnahmen sind die in dem Kapitel über Epidemiologie behandelten Gesichtspunkte näher zu berücksichtigen. Hier sei lediglich zusammenfassend nochmals darauf hingewiesen, daß zur Abwehr und Eindämmung der *Dreyfusia*-Krankheit unserer Tanne

im wesentlichen eine naturgemäße Wirtschaftsform, die den biologischen Eigenheiten dieser Holzart gerecht wird, das Haupterfordernis sein wird, also die geregelte Plenterwirtschaft. Sowohl im Schwarzwald als auch im Frankenwald sind die Bauernplenterwälder zum größten Teil völlig lausfrei. Nähere Ausführungen über dieses Thema habe ich bereits früher gemacht (Hofmann, 1937).

Ergänzend sei noch bemerkt, daß Durchforstungen, sofern sie ihren Zweck erfüllen sollen, zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden müssen, an dem die Läuse sich noch in einem Latenzstadium befinden, also bevor die auf einem Baum sitzenden Schädlinge in Weitervermehrung getreten sind und die Möglichkeit gehabt haben, ihre Nachkommenschaft noch auf andere Bäume abzugeben. Bei uns müßten daher bei Durchführung einer Durchforstung etwa Anfang April die stärkst befallenen Tannen herausgehauen werden, damit die im Mai schlüpfenden Neosistentes und Neoprogredientes keine Möglichkeit haben, neue Bäume zu infizieren.

Mit der Möglichkeit, daß die Kalamität von selbst zusammenbricht, und infolgedessen besondere Maßnahmen sich erübrigen, kann, wie in dem Abschnitt über Epidemiologie bemerkt wurde, nur in den Gebieten gerechnet werden, wo außer sonst der Tanne zusagenden Bedingungen Niederschlagsmengen, deren Höhe 1100 mm jährlich überschreitet, zu erwarten sind. Gegebenenfalls kann hier die Schadwirkung durch rechtzeitiges Heraushauen der stärkst befallenen Stämme und Auslöschen einzelner Lausherde nahezu ganz herabgesetzt werden.

Was die chemische Bekämpfung anbelangt, so ist man ein erhebliches Stück dadurch weitergekommen, daß man den Bekämpfungszeitpunkt vom Frühjahr (Mai/Juni) auf den Herbst (September/Anfang Oktober) verlegt hat und auf diese Weise das zu diesem Zeitpunkt ausschließlich vorhandene Neosistensstadium trifft. Bei der ehemaligen Frühjahrsbekämpfung wurde nämlich der Erfolg regelmäßig dadurch herabgesetzt, daß zu diesem Zeitpunkt stets mehrere Generationen von *nüsslini* (Sistentes und Progredientes) vorhanden waren, bei denen entweder das Gift auf einzelne Stadien (z. B. Eier) nicht wirkte, oder die Läuse durch ihre Wachsumhüllung einen ziemlichen Schutz gegen das Gift besaßen. Wenngleich nun die Verlegung der Bekämpfungszeit vom Frühjahr auf den Herbst der Bekämpfung eine wesentlich größere Durchschlagskraft gibt, so sind dennoch die bei der Bekämpfung sich ergebenden technischen Schwierigkeiten noch lange nicht als gelöst zu betrachten. Ganz abgesehen davon, verfügen wir über noch kein billiges und vor allem ohne besondere Umstände und ohne unangenehme Begleiterscheinungen anwendbares Kontaktstäubemittel. Das bei meinen Versuchen zur Anwendung gelangte Kontaktgift Detal erwies sich zwar gegen die Neosistentes als äußerst wirksam, ist jedoch wegen seiner Giftigkeit für den Menschen und wegen der dadurch bedingten Vorsichtsmaßnahmen, die dazu beitragen, die Kosten seiner Anwendung

zu erhöhen, noch nicht als das für die Tannenlausbekämpfung ideale Mittel zu bezeichnen. Analog gelten diese Ausführungen für die übrigen auf ähnlicher Basis wie das Detal hergestellten Dinitromittel.

Das im Kampf gegen die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) sich ausgezeichnet bewährende Kontaktgift Forestit ist gegen *nüsslini* absolut wirkungslos. Bei 20 durchschnittlich 2 m hohen mittelstark bis sehr stark befallenen Tannen, die mit einem Rückenverstäuber mit Forestit bestäubt wurden (September 1937), zeigte sich bei der Kontrolle anfangs November 1937, daß sämtliche Läuse sich weiterentwickelt hatten.

Eine Anwendung von Spritzmitteln kommt wegen der durch den Wassertransport entstehenden höheren Kosten in den weitaus meisten Fällen nicht in Frage, obwohl wir gerade unter den Spritzmitteln wirksame Gifte besitzen, denen die unangenehmen Nebeneigenschaften der Dinitromittel abgehen. Zusammenfassend läßt sich daher sagen, daß es sich wohl nicht umgehen lassen wird, noch weitere Mittel, die zwar die Wirksamkeit des Detals auf die Läuse, nicht aber seine unangenehmen Nebeneigenschaften besitzen und daher ohne besondere Umstände angewendet werden können, zu suchen und auszuprobieren. Das betreffende Mittel müßte einerseits schnell abtötend wirken, andererseits billig und ohne besondere Umstände (Wegfall von Kesselanzug und Staubmaske) verwendet werden können, damit gegebenenfalls kleinere neuentstandene *nüsslini*-Herde rasch beseitigt werden können, bevor eine Ausbreitung auf größere Flächen erfolgt. In letzterem Fall gestaltet sich die Bekämpfung in technischer Hinsicht sehr schwierig.

Um die technischen Schwierigkeiten näher zu studieren, unternahm ich im Herbst 1937 weitere Versuche im Fränkischen Jura (Forstamtsaußenstelle Gräfenberg) und im Frankenwald (Grafengehaig, Forstamt Stadtsteinach und Forstamtsaußenstelle Zeyern).[1]) Es wurde lediglich mit dem Kontaktgift Detal gearbeitet, das mit Hilfe eines handfahrbaren Motorverstäubers (Modell Tornado 0) und mit mehreren Rückenverstäubern (Modell Taifun) verstäubt wurde. Über das Ergebnis dieser Versuche läßt sich folgendes aussagen: Detal erwies sich in allen Fällen, in denen der Staub mit einem gewissen Druck an die Läuse herangebracht wurde, als wirksam. Speziell bei den mit dem Rückenverstäuber behandelten Tannen, wo der Staub von unten her auf die Zweige traf und dort haften blieb, war die Wirkung völlig zufriedenstellend. Die vom Staub getroffenen Läuse waren restlos abgetötet worden. Die durch die Lausabtötung mit Detal einsetzende Erholung der Triebe ist aus Abb. 22 zu ersehen (Wirkung der Detalbestäubung 1936/37).

Dagegen war keine Wirkung festzustellen, wenn die Staubwolke ohne Druck nur durch den Bestand zog, selbst dann nicht, wenn sie

[1]) Den Herren Forstmeister Wirth-Stadtsteinach, Forstrat Boinger-Gräfenberg und Forstrat Steinherr-Zeyern bin ich für ihre wirksame Unterstützung zu großem Dank verpflichtet.

längere Zeit sich in demselben hielt. Nur die auf der Oberseite der Zweig- und Triebachsen sitzenden Neosistentes, auf denen sich der nach unten sinkende Staub festsetzte, wurden abgetötet, während die Hauptmasse der auf der Unterseite der Achsen sitzenden Läuse am Leben blieb. Aus diesem Grunde war die Bestäubung mit dem Motorverstäuber

Abb. 22. Wirkung der Detal-Herbstbestäubung. Die Maitriebe des folgenden Jahres sind vollständig lausfrei. $^2/_3$ nat. Größe.

erfolglos. Nur bei den randständigen Bäumen, die direkt vom Staubstrahl des Verstäubers getroffen wurden, wurden die Läuse auf der dem Verstäuber zugekehrten Seite des Baumes abgetötet, während auf der dem Verstäuber abgewandten Seite infolge der Filterwirkung der Zweige kein Erfolg erzielt wurde. Auch bei den Stangenhölzern wirkten die unteren Zweige als Filter, das sowohl den Druck des nach oben geblasenen Staubes nahezu aufhob, als auch eine geringere Staubmenge nach oben gelangen ließ. Das Ergebnis der Motorverstäubung war bei

verschiedenen Bedingungen, insbesondere bei verschiedener Luftfeuchtigkeit immer dasselbe.

Für die Praxis wird daher unter den augenblicklichen Verhältnissen nur die Verstäubung mit dem Rückenverstäuber in Frage kommen, zumal hier die Möglichkeit einer individuellen Arbeit besteht, beim Motorverstäuber dagegen alles unterschiedlos bestäubt werden muß, besonders auch die im Bestand mitbefindlichen Fichten, die gegen Detal außerordentlich empfindlich sind. Sowohl in Gräfenberg als auch in Zeyern erlitten die Fichten bei der Motorverstäubung sehr starke Verbrennungen. Zu diesem Nachteil kommt noch hinzu, daß die Bestäubung, sofern sie unter Regie mit besonderen Leuten ausgeführt werden muß, wirtschaftlich zu teuer kommt.

Wenn nun auch mit dem Rückenverstäuber im Gegensatz zum Motorverstäuber eine mehr individuelle Behandlung der einzelnen Bäume möglich ist (Auswahl befallener und nichtbefallener Tannen, Außerachtlassen von Fichten), so dürfte doch seiner Anwendung bei Verbreitung der Laus auf größerer Fläche immer noch die Kostenfrage im Wege stehen. Seine Verwendung dürfte daher im allgemeinen nur auf kleineren Flächen angezeigt sein. Um die Arbeit zu erleichtern, wäre es vor Durchführung der Rückenbestäubung zweckmäßig, die zu bestäubenden Tannen irgendwie zu kennzeichnen, da die Arbeiter erfahrungsgemäß meist nicht in der Lage sind, den Befall einwandfrei festzustellen. Falls es jedoch gelingen sollte, den mit dem Motorverstäuber in die Bestände geblasenen Staub an der Unterseite der Zweig- und Triebachsen haften zu machen, ohne daß er durch einen besonderen Druck an die Unterseite gepreßt zu werden braucht, wäre unter Umständen eine Möglichkeit gegeben, auch größere Flächen zu behandeln. Die Leistung des Tornado 0 betrug durchschnittlich 5 kg Detal in 7 Minuten. Die Arbeit mit dem Rückenverstäuber zieht sich je nach den Umständen wesentlich länger hin.

Die Versuche wurden mit dem alten Detalpräparat durchgeführt, das im Vergleich zu dem jetzt neu herausgekommenen Detal nur sehr geringe Haftfähigkeit besaß. Ob bei dem neuen Detal auf Grund seiner wesentlich stärkeren Haftfähigkeit sich mit einem Motorverstäuber eine zufriedenstellende Abtötung erzielen läßt, müßte erst durch weitere Versuche festgestellt werden.

Überlegt man nun unter Berücksichtigung des bisher Gesagten, welche Wege zur Abwehr und Bekämpfung von *nüsslini* zu beschreiten sind, so ergeben sich folgende Möglichkeiten: Bei dem augenblicklichen Stand der Dinge ist die Anwendung des Rückenverstäubers nur auf nicht allzu großen Flächen und an Stellen, an denen neue Infektionsherde ausgelöscht werden sollen, in Betracht zu ziehen. Eine weitere Möglichkeit bestände darin, auf jedem Hektar eine bestimmte Anzahl von Tannen, die erhalten werden sollen, alljährlich zu prüfen und sofern sie von der Laus befallen sind, im September zu bestäuben. Besonders in Gebieten, in denen die Tanne als Mischholzart erwünscht ist.

dürfte auf diese Weise der erforderliche Prozentsatz Tannen hochzubringen sein.

Schließlich wären auch noch außer dem Stäuben völlig neue Methoden gegen die Laus anzukommen, zu prüfen und auszuarbeiten. Insbesondere wäre zu untersuchen, ob es nicht gelingt, durch Verschwelung irgendwelcher Gifte Tannenjungbestände lausfrei zu machen. Versuche dieser Art dürften hier wohl noch eher zu einem praktischen Ergebnis führen als in anderen Fällen (Nikotinvernebelung gegen Nonnenraupen).

Ferner wäre noch an die Möglichkeit, an lausbefallenen Tannen durch Lebendimprägnierung mit bestimmten Stoffen die Läuse abzutöten, ohne den Baum selbst zu schädigen, zu denken. Das Ergebnis derartiger Versuche müßte, falls sie praktischen Wert erlangen sollen, zum mindesten eine jahrelange Schutzwirkung gegen Neuansteckung sein.

Zum Schluß sei noch kurz auf die Frage der gegen *nüsslini* immunen Tannen eingegangen. Nach Francke-Grosmann sollen die Riesengebirgstannen bereits einen Selektionsvorgang überstanden haben und sich durch eine gewisse Lausfestigkeit auszeichnen, während die Schwarzwaldtannen diesen Auslesevorgang zurzeit über sich ergehen lassen. Der Autor schlägt daher vor, die Riesengebirgstanne versuchsweise in den Schwarzwald zu bringen, um sie unter normalen Standortsbedingungen im Vergleich mit der dort heimischen Tanne auf ihre Lausfestigkeit zu prüfen und auf diese Weise vielleicht eine lausfeste Tannenrasse zu finden. Inwieweit derartige Annahmen zutreffen, läßt sich jedoch einzig und allein durch Versuche, die sich über eine Reihe von Jahren unter verschiedensten Umweltbedingungen erstrecken, feststellen. Jedenfalls konnte ich sowohl im Pfälzer als auch im Frankenwald lausfreie Tannen beobachten, die von stark befallenen Exemplaren umgeben waren und die gewissermaßen immun zu sein schienen, eines Tages jedoch ebenfalls Befall zeigten und nach einigen Jahren dasselbe Bild der Schädigung wie die übrigen Tannen boten. Zur Klärung der ganzen Frage wird daher eine planmäßige Beobachtung gekennzeichneter Tannen in den einzelnen Tannengebieten auf Jahre hinaus eine unumgängliche Forderung sein, falls man in dieser Frage zu einem Ergebnis kommen will. Denn nur die langjährige Beobachtung der Tannen im Freiland läßt ein Urteil über eine eventuelle Lausfestigkeit zu.

Darüber hinaus bleibt bei der Wichtigkeit der ganzen Tannenlausfrage für unsere Tannenwirtschaft und bei den unsere Erwartungen noch nicht erfüllenden Bekämpfungsmethoden die Forderung nach einem Studium der Laus in ihrem Ursprungsland bestehen, um eventuell dort bestehende Wiederstandsfaktoren zu erforschen. Der Erfolg läßt sich auch hier nur durch Ausschöpfung aller in Frage kommenden Möglichkeiten erzielen.

VI. Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit wurde das Vorkommen von *D. nüsslini* C. B. in den einzelnen deutschen Tannengebieten auf Grund des vorhandenen Aktenmaterials zusammengestellt.

Auf einer Waldstation im Pfälzer Wald wurden in den Jahren 1935—1937 Untersuchungen über die Phänologie, und die Entwicklung sowie über die Bevölkerungsbewegung, die Nachkommenproduktion und die Epidemiologie von *nüsslini* angestellt. Zur Ergänzung wurden Beobachtungen aus dem Frankenwald herangezogen.

Die absolute Eizahl von *nüsslini* wurde mit 230 (abgerundet) ermittelt.

Im Verein mit dem Nahrungsfaktor sind klimatische Bedingungen für den Massenwechsel verantwortlich zu machen.

Nach den Freilandbeobachtungen scheint die Neosistens dasjenige Stadium darzustellen, das Klimaeinflüssen gegenüber die geringste ökologische Valenz aufweist und damit als das kritische Stadium im epidemiologischen Sinn anzusprechen ist. Eine jährliche Niederschlagssumme von über 1050—1100 mm setzt dem Auftreten von *nüsslini* eine Schranke.

Der heutige Stand der Tannenlausbekämpfung wird näher erörtert.

VII. Literaturverzeichnis.[1])

Altum, B., Über die Woll- und Schildlaus. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1885, S. 327—337.

— — Waldbeschädigungen durch Tiere und Gegenmittel. Berlin 1889.

*Annand, P. N., A contribution toward a Monograph of the Adelginae (Phylloxeridae) of North America. Stanford University Publications. University Series Bd. 6. Nr. 1. 1928.

Balbiani, Le Phylloxéra du Chêne et le Phylloxéra de la vigne. Observations sur le Phylloxéra IV. Paris 1884.

Barbey, A., Le chermes cortical du sapin blanc. Journ. forestier suisse 1921, p. 7—10.

Baudisch, Die Tannenrindenlaus und deren Feind. Zentralbl. f. d. gesamte Forstwesen. Wien 1882, 8. Jahrg., S. 252—253.

Boas, J. E. V., Aedelgranlusene (The aphids of the Silver Fir.). Dansk skovforenings Tidskrift. Copenhagen Bd. 3, 1918, S. 191—227 (Ref. Review applied Entom. Ser. A, Bd. 7, 1919, S. 420).

*Börner, C., Eine monographische Studie über die Chermiden. Arb. Kaiserl. Biol. Anst. f. Land- u. Forstw. VI. Bd., 2. Heft, Berlin 1908.

— — Über Chermesiden. IV. *Dreyfusia piceae* (Ratz.) und *nüsslini* nov. spec. Zool. Anzeiger XXXIII, 1908, S. 737—750.

— — Zur Biologie und Systematik der Chermesiden. Biol. Centralbl. Bd. 29, Nr. 4 u. 5, S. 118—125 u. 129—146, 1909.

— — Über den Einfluß der Nahrung auf die Entwicklungsdauer von Pflanzenparasiten nach Untersuchungen an der Reblaus. Ztschr. f. ang. Ent. Bd. 13, 1928, S. 108—128.

— — Adelgiden (Chermesiden), Tannenläuse in Handb. d. Pflanzenkrankh. 5. Bd. Berlin 1932, S. 674—696.

[1]) Die mit * bezeichneten Arbeiten enthalten ausführlichere Literaturangaben.

Cholodkovsky, N., Über einige Chermesarten. Zool. Anzeiger XI. Jahrg., 1888, S. 45—48.
— — Zur Biologie und Systematik der Gattung Chermes L. St. Petersburg 1889.
— — Beiträge zu einer Monographie der Coniferenläuse. Horae Societatis Ent. Rossicae Bd. 30, 1895, S. 1—102.
— — Aphidologische Mitteilungen. Über das Erlöschen der Migration bei einigen Chermesarten. Zool. Anzeiger Bd. XXVII, Nr. 15, S. 476—79, 1904.
— — Die Koniferen Läuse Chermes. Feinde der Nadelhölzer. R. Friedländer u. Sohn, Berlin 1907. (Ein ausführliches Verzeichnis der Arbeiten Cholodkowskys findet sich bei Annand.)
Chrystal, R. N., The genus Dreyfusia (Order Hemiptera, Family Chermesidae) in Britain, and its Relation to the Silver Fir. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. B., vol. 214, p. 29—61, London 1925.
Dieterich, V., Das Weißtannensterben. Ein Rundschaubericht. Forstliche Wochenschrift Silva 16. Jahrg., 1928, S. 81—86.
Dingler, M., Die Darstellung der Generationsfolge bei den Pflanzenläusen. Forstwiss. Centralbl. 48. Jahrg., 1926, S. 572—578.
Dreyfus, L., Über Phylloxerinen. F. E. Bergmann, Wiesbaden 1889.
Eckstein, K., Zur Biologie der Gattung Chermes L. Tannenlaus. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 22. Jahrg., 1890, S. 340—351.
Escherich, K., Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern: I. Bericht: Das Jahr 1927. Forstwiss. Centralbl. 1929, Heft 3, S. 84—90.
— — II. Bericht: Das Jahr 1928. Ebenda 1930, Heft 10, S. 457—478.
— — III. Bericht: Das Jahr 1929. Ebenda 1932, Heft 9 u. 10, S. 299—332.
— — Die Erforschung der Waldverderber. Berlin, Verlag Paul Parey, 1936.
Falk, R., Tannensterben in der Eifel. Forstarchiv 3. Jahrg., 1927, S. 397—409.
Francke-Grosmann, H., Zur Kenntnis der Läuseschäden an Weißtanne *(Abies pectinata)*. Tharandter Forstliches Jahrbuch Bd. 88, Heft 12, 1938, S. 1050—1082.
Fuchs, G., Über die Schäden von *Chermes (Dreyfusia) nüsslini* C. B. in Tannenbeständen in Baden. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz Jahrg. 37, 1927, Heft 6/8, S. 193—201.
Gams, H., Die klimatologische Begrenzung von Pflanzenarealen. Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde 1931, S. 321—346, 1932, S. 178—198.
Graser, Zur Frage des Tannensterbens. Forstwiss. Centralbl. 53. Jahrg., 1931, S. 91—106 u. 117—136.
Hesmer, H., Die heutige Bewaldung Deutschlands. Berlin 1937.
Hofmann, Chr., Eine Waldstation für Tannenlausstudien. Anz. f. Schädlingskunde 11. Jahrg., 1935, S. 129—130.
— — Die Unterscheidung der stammrindenbewohnenden Weißtannenläuse *Dreyfusia nüsslini* C. B. (*nordmannianae* Eckst.) und *Dreyfusia piceae* Ratz. auf Grund der Wachsausscheidungen. Forstwiss. Centralbl. 59. Jahrg. 1937, Heft 5, S. 163—169.
*— — Die Bekämpfung der Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. (= *nordmannianae* Eckst.). Ztschr. f. ang. Entom. Bd. 24, 1937, S. 161—180.
— — Tannenlaus und Tannensterben. Forstwiss. Centralbl. Heft 15, S. 469—487, 1937.
— — Zur makroskopischen Unterscheidung der beiden Weißtannenläuse *Dreyfusia nüsslini* C. B. (*nordmannianae* Eckst.) und *Dreyfusia piceae* Ratz. Anz. f. Schädlingskunde XIII. Jahrg., 1937, Heft 8, S. 93—96.
Jakobi, A., Beobachtungen über die Chermesart der Nordmannstanne. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1902, S. 127—128.
Judeich, J. F., und Nitsche, H., Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde Bd. II, S. 1239—1240. Berlin, Verlag Paul Parey, 1895.

Komárek, J., und Pfeffer, A., Vážne ohroženi našich Jedlin. (Ernste Bedrohung unserer Tannenbestände.) Csl. Lesa 17. Jahrg., 1937, Nr. 10.

Marchal, P., Contribution a l'étude biologique des chermes. Nouvelles observations sur les chermes du groupe *Ch. piceae* Ratz. Comptes rend. hebd. des séances et mémoires de la Société de Biologie Bd. 63, p. 368—370, Paris 1907.

— — Contribution a l'étude de la biologie des chermes. Annales des Sciences naturelles, Zoologie. 9ieme Série Tome XVIII, Paris 1913, S. 153—385.

*Mordvilko, A., Die Blattläuse mit unvollständigem Generationszyklus und ihre Entstehung. Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie 8. Bd., Jena 1935.

Müller, B., Das Tannensterben im Frankenwald. Forstwiss. Zentralbl. Jahrg. 1921, S. 121—130.

Müller, A., Die innere Therapie der Pflanzen. Monographien zur Zeitschr. f. angew. Entom. Nr. 8. Berlin 1926.

Münch, E., Die künftige Leistungsfähigkeit der deutschen Forstwirtschaft vom Standpunkt der Biologie betrachtet. Tharandter Forstl. Jahrb. 75. Bd., S. 1—27, 1924.

Nüßlin, O., Die Tannen-Wurzellaus. Pemphigus (Holzneria) poschingeri Holzner. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 75. Jahrg., S. 402—408, 1899.

Nüßlin, O., Zur Biologie der Gattung Chermes Htg. XVI. Band der Verhandlungen des Naturwiss. Vereins Karlsruhe 1903.

— — Die Biologie von *Chermes piceae* Ratz. Naturwiss. Ztschr. f. Land- und Forstwirtschaft 1. Jahrg., 1903, S. 25—33, 59—67.

— — Zur Biologie der Gattung Chermes. Biol. Zentralbl. Bd. XXVIII, 1908, Nr. 10, S. 333—343.

— — Zur Biologie der Gattung Chermes II. Biol. Zentralbl. Bd. XXVIII, 1908, Nr. 22 u. 23. S. 710—753.

— — *Chermes funitectus* Dreyf. oder *Chermes piceae* Ratz. Zool. Anzeiger Bd. XXXII. Nr. 15/16. 1908. S. 440—444.

*— — Die neueren Ergebnisse und Aufgaben der Chermesforschung. Zoolog. Zentralbl. 16. Bd., 1909. Nr. 21/22. S. 1—25.

— — Neuere Ergebnisse der Chermesforschung. Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landwirtschaft 8. Jahrg., 1910, Heft 2, S. 65—105.

Nüßlin-Rhumbler, Forstinsektenkunde. 4. Aufl., Berlin 1927, S. 118—121.

Peppler, W., Niederschlag von Baden. Veröffentl. der bad. Wetterwarte Heft 2.

Plaßmann, E., Zum Tannensterben in der Eifel. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 60 Jahrg., 1928, S. 272—283.

Ratzeburg, J. T. Ch., Die Forstinsekten. 3. Bd., Nicolaische Buchhandlung, Berlin 1844, S. 204.

— — Die Ichneumonen der Forstinsekten 2. Bd., Berlin 1848, 3. Bd., Berlin 1852.

Rhumbler, L., Die sog. Woll-Läuse und ihre Beziehungen zum Eingehen von Bäumen. Forstl. Wochenschr. Silva 16. Jahrg., 1928, S. 269—278.

Roepke, W., Über die Anfertigung mikroskopischer Präparate von Blattläusen (Aphididen). Anz. f. Schädlingskunde IV. Jahrg. 1928, S. 160—161.

Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. Neudamm 1934.

— — Neue Wege und Ziele des Waldbaus in Deutschland. Ztschr. f. Weltforstwirtschaft Bd. III, Heft 11/12, 1936, S. 796—804.

Ruzicka, J., Die Tanne stirbt aus, wo sie in strengen Wintern anfriert. Sudetendeutsche Forst- u. Jagdzeitung 37. Jahrg. 1937, Nr. 3, S. 27—29, Nr. 4, S. 37—39.

Schedl, K. E., Probesammeln bei Freilandversuchen. Verhandlungen Deutsche Gesellschaft f. angewandte Entomologie in Erlangen S. 63—84, Berlin 1934.

Scheidter, F., Das Tannensterben im Frankenwald. Naturwiss. Ztschr. f. Forst- und Landwirtschaft 17. Jahrg. 1919, S. 89.

Schimitschek, E., Beobachtungen bei einer Übervermehrung der Tannentrieblaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen 54. Jahrg. 1928, S. 157—177.

— — Forstschädlingsauftreten in Österreich 1936. Ebenda 63. Jahrg. 1937, S. 10—33.

*Schneider-Orelli, O., Schaeffer, C., und Wiesmann, R., Untersuchungen über die Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. in der Schweiz. Mitt. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen XV. Bd., 2. Heft, S. 191 bis 242. Zürich 1929.

Schneider-Orelli, O., Die Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini* an alten Bäumen. Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen Jahrg. 1937, Nr. 9, S. 1—4.

Sedlaczek, W., Über Tannenkrankheiten und Tannensterben im nördlichen Wiener Wald und anderen Gebieten Österreichs. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 59. Jahrg. 1933, S. 257—268 und 297—310.

Smirnov, E., und Wiolovitsch, N., Über den Zusammenhang zwischen der Populationsdichte und Eierproduktion der Weibchen bei der Schildlaus *Chionaspis salicis* L. Ztschr. f. ang. Ent. Bd. 20, 1934, S. 415—424.

Smirnov, E., u. Polejaeff, W., Kampf um den Raum bei der Schildlaus *Lepidosaphes ulmi* L. Ztschr. f. ang. Ent. Bd. 21, 1935, S. 406—414.

Stellwaag, F., Die Grundlagen für den Anbau reblauswiderstandsfähiger Unterlagsreben. Monographien zur angew. Entom. Nr. 7, Berlin 1924.

Van der Goot, P., Beiträge zur Kenntnis der holländischen Blattläuse. Haarlem-Berlin 1915.

Vanselow, K., Natürliche Verjüngung im Wirtschaftswald. Neudamm 1931.

Weber, H., Biologie der Hemipteren. Berlin 1930.

— — Aphidina, Blattläuse. Lfg. 38, Teil 31: Hemiptera III der Biologie der Tiere Deutschlands. Herausgegeben von P. Schulze, Berlin 1935.

Wiedemann, E., Untersuchungen über das Tannensterben. Forstwiss. Centralblatt 49. Jahrg., 1927, S. 759—780, 815—827, 845—853.

Wimmer, E., Ein Beitrag zur Tannenlausfrage. Forstwiss. Centralbl. 60. Jahrg., Heft 4, 1938, S. 118—125.

Wirtschaftsgrundsätze für den Frankenwald. Mitt. a. d. Staatsforstverwaltung Bayerns 20. Heft, München 1929, S. 62—89.

Zwölfer, W., Die Tannntrieblaus mit besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands. Deutscher Forstverein, Mitgliedervers. Freiburg i. Br. 1937.

Der Massenwechsel des bekreuzten Traubenwicklers Polychrosis botrana im Weinbau.

Von

F. Stellwaag.

(Mit 15 Abbildungen.)

Die seit 1924 laufenden Untersuchungen von mir (17—26) und meinen Mitarbeitern Sprengel (10—16) und Witterstein (27) haben eine Klärung der Gradation des einbindigen Traubenwicklers *Clysia ambiguella* herbeigeführt, der im deutschen Weinbau schwere Ertragsschäden verursacht.

Als wichtigste Ergebnisse konnten festgetellt werden: Jedes Massenauftreten von Raupen ist eine Folge der Art und Stärke des Massenfluges der Imagines, der „Motten", wie man gewöhnlich sagt. Dieses Stadium des Falters ist dasjenige der geringsten ökologischen Valenz, zeigt also die größte Empfindlichkeit. Die Bevölkerungsdichte ist allein abhängig von der Witterung. Abgesehen von Regen und Wind, die beide die Motten am Fliegen hindern, sind es nur zwei Faktoren, die maßgebenden Einfluß ausüben: Temperatur und Feuchtigkeit. In einer Zone von 22—27° C und etwa 60—100% relativer Feuchtigkeit werden die höchsten Fluggipfel erreicht. Je niederer die Temperatur und je trockener die Luft, um so mehr nimmt die Flugstärke ab, bis sie bei 15° C und zwischen 40 bis 50% relativer Feuchtigkeit in die Flugstille übergeht. Die Flugstärke ist also die Funktion von nur zwei Variablen, und es ist eine einfache Gleichung möglich. Da mittelbare Einflüsse fehlen, konnte ich folgenden Vergleich für diese vereinfachten Verhältnisse ziehen: Wie die Glaskugel auf dem senkrechten Strahl eines Springbrunnens je nach dessen Druck auf und nieder tanzt, so folgt die Zahl der Motten dem Druck des Einheitsfaktors Temperatur und Feuchtigkeit. Eine weitere grundlegende Erkenntnis war die Feststellung, daß die schwärmenden Motten keine Paarungsgesellschaft sind, sondern daß der Flug einen Eiablageflug darstellt. Höhepunkte des Fluges bedeuten Höhepunkte der Eiablage. So bilden sie Fixpunkte, mit deren Hilfe an Hand der bekannten Eizeit der zweite Fixpunkt, das Erscheinen der Eiräupchen, festgelegt werden kann. Die Bekämpfung mit Berührungsgiften muß zu diesem Zeitpunkt vorgenommen werden, die mit Darmgiften einige Tage vorher. So konnte eine planmäßige Bekämpfung unter Berücksichtigung des besten Zeitpunktes eingeleitet werden, der es zu danken ist, daß gleichmäßige und hohe Ernten möglich sind. Von uns wurde 1925 die Beobachtung des Mottenfluges mit Hilfe von Fanggläsern (10, 11) im praktischen Weinbau der Pfalz eingeführt. Sie ist seitdem die Grundlage der Traubenwicklerbekämpfung im ganzen deutschen Weinbau geworden und wurde auch vom Ausland übernommen. Der Reichsnährstand hat sie in größtem Umfang einheitlich organisiert. Weit über zehntausend Fanggläser werden heute ständig beaufsichtigt und ergeben in Verbindung mit den Wetterstationen ein epidemiologisches Material, wie es wohl von keinem Schädling vorliegt.

Im Westen Deutschlands tritt regelmäßig neben dem einbindigen Wickler noch der bekreuzte *Polychrosis botrana* auf, oft in einer erdrückenden Stärke. Auch dessen Motten suchen die Fanggläser auf, so daß die Mottenbeobachtung auch für sie durchgeführt wird. Die mit Hilfe der Fanggläser gewonnenen epidemiologischen Aufzeichnungen ließen erkennen, daß die Falter der beiden Arten unterschiedliche Ansprüche an die Witterung stellen. Oft findet man, daß in den Fanggläsern die Zahl der einbindigen Motten größer ist als die der bekreuzten, häufig liegt auch das umgekehrte Verhältnis vor. L'eudemis (d. h. *botrana*) chasse la cochylis (d. h. *ambiguella*) ist ein im französischen Weinbaugebiet bekanntes Wort, das sich auf das letzte Verhältnis bezieht. Witterstein kam auf Grund einiger Beobachtungen in Geisenheim zum Ergebnis: Der bekreuzte liebt warmes, windstilles und trockenes Wetter. Der Flug unterbleibt oder ist nur gering bei nassem, kaltem und sehr heißem Wetter und bei großer Windstärke.

Diese Angaben bedeuten einen Fortschritt gegen frühere Anschauungen. Es erwies sich aber beim bekreuzten Wickler als notwendig, die Zusammenhänge zwischen Klima und artspezifischem Verhalten quantitativ zu erfassen, die Reaktionsfähigkeit der beiden Arten schärfer zu vergleichen und dadurch nicht nur die Kenntnisse über das Verhalten von *ambiguella* zu ergänzen, sondern auch die Grundlage für theoretische Auswertungen und kritische Erwägungen zu erhalten.

Freilandbeobachtung oder physiologisches Experiment.

Im Freiland herrschen variable Bedingungen in unvorhergesehenem Wechsel, außerdem ist der Grad der physiologischen Reaktion der Biotypen einer Bevölkerung verschieden. Der Versuch im Laboratorium sucht die Variablen in konstante Größen zu verwandeln und arbeitet möglichst mit nur einem veränderlichen Faktor, um dessen Wirkung kennen zu lernen. Genotypische Abweichungen werden am besten durch Zucht aus einem Elternpaar vermieden.

Für unsere Untersuchungen schien es anfangs das Gegebene, unter vereinfachten experimentellen Bedingungen zu arbeiten und aus den Ergebnissen unter Verwertung der Freilandfaktoren das epidemiologische Verhalten zu analysieren. So wurden viele unserer Kenntnisse über die Ansprüche an Temperatur und Feuchtigkeit und über die ökologische Valenz von *Clysia ambiguella* gewonnen, wobei es gelang, den Verlauf der Mottenflüge weitgehend zu analysieren. Verwendet wurde dabei die Funktion der Variablen Temperatur und Feuchtigkeit zur Feststellung der ökologischen Valenz sowie die Zeitdauer der Entwicklung unter steigenden Temperaturen. Nach dem Vorgang von Zwölfer (30) dienten im letzten Falle die Mittelwerte zur Festlegung der Kurve.

Janisch (3) sieht den Vorteil der Laborversuche darin, daß man die Werte der kürzesten Zeiten erhalten und sie durch eine Schaulinie umgrenzen kann. Oberhalb von dieser streuen die tatsächlichen Werte.

So ist es möglich, den Grad der Abweichung im Freiland festzulegen und das spezifische Verhalten mehrerer Arten im Vergleich zu erkennen.

Oben wurde darauf hingewiesen, daß der Mottenflug ein Eiablegeflug ist, d. h. wenn Motten fliegen, dann legen sie auch Eier ab. (Die Zahl der Eier ist eine Funktion von Wärme und Feuchtigkeit.) Für die Gradation der Traubenwickler ist also die Abgrenzung der aktiven von den inaktiven Zonen besonders wichtig. Die Trennungslinie (nur als Schaulinie gedacht) kann experimentell-physiologisch (wenn auch schwierig) festgelegt werden, wobei man Janisch (3) folgen kann. Einfacher aber und natürlicher ist für unsere Zwecke die Verwendung von Freilandbeobachtungen, wobei festgestellt wird, unter welcher Witterungskombination Flug-Optima und Flug-Pessima vorliegen. Ich habe mit dieser Fragestellung gearbeitet und glaube zu brauchbaren Ergebnissen gekommen zu sein.

Besonders wichtig sind die Pessima, d. h. in einer Flugkurve die unteren Scheitel der Einschnitte in ihrer Beziehung zu Temperatur und Feuchtigkeit. Zum erstenmal war mir Gelegenheit gegeben hier vertieften Einblick zu gewinnen, da die beiden Arten im Rheingau in den letzten Jahren in jähem Wechsel auftraten. Optima der einen Art entsprachen Pessima der anderen und umgekehrt. Zudem war die Zahl der in den Gläsern erscheinenden Motten geringer als sonst. Derartige Umstände sind mir in Deutschland während der langen Zeit der Mottenbeobachtung von über 12 Jahren bei einer Kenntnis von vielen Tausenden von Flugaufzeichnungen bisher nur paratypisch begegnet.

Über die Versuche selbst.

Die Untersuchungen wurden in einer der besten Lagen Geisenheims, im „Decker" und seiner Nachbarschaft durchgeführt, wo schon Witterstein seine Beobachtungen gemacht hat. Über die Methode selbst hat zuerst Sprengel (13 und 14) alles Wichtige mitgeteilt. Die täglichen Fangergebnisse wurden in Protokollen niedergelegt ausgewertet und mit den Witterungsfaktoren in Beziehung gebracht. Zur Sicherung der Resultate wurden die Fänge mehrerer Gläser zusammengenommen (eine gemeinsame Verwertung ist möglich, solange die Fänge aus gleicher Lage stammen). Angaben über Temperatur, Feuchtigkeit, Dampfdruck und Regen zur Zeit des Hauptmottenfluges (um 21.30 Uhr) verdanke ich der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Geisenheim, die eine Beobachtungsstelle in nächster Nähe unterhält. Das Ergebnis ist als Häufigkeitspolygon in den Abb. 1—6 niedergelegt.

Analyse einiger extremer Fälle.

Im Jahre 1933 und 1934 stimmte, wie aus Witterstein entnommen werden kann, die Gesamtzahl der einbindigen und bekreuzten Motten sowohl zur Zeit der ersten Generation (Heuwurmzeit) wie zu der zweiten (Sauerwurmzeit) annähernd überein. Ungefähr das gleiche war noch im

Frühjahr 1935 der Fall (Abb. 1), allerdings hatte eine Zunahme von *botrana* stattgefunden. Im Sommer 1935 aber gewann diese Art derartig das Übergewicht, daß *ambiguella* fast völlig erdrückt wurde (Abb. 2). Im darauffolgenden Jahre fanden sich im Frühjahr nur sehr wenige Motten

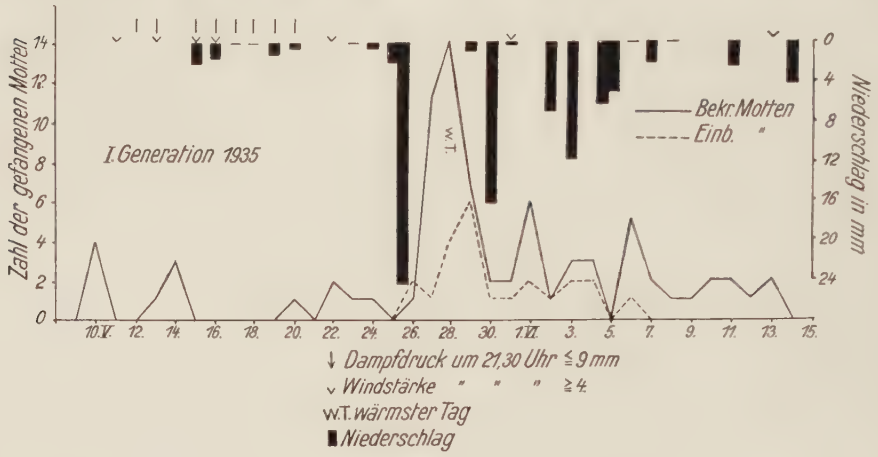

Abb. 1.

in den Fanggläsern (Abb. 3), und die Eier mußten notreif abgelegt werden. Im Sommer zeigte sich der bekreuzte in größerer Menge (Abb. 4). Man könnte daher im ganzen von einer Zunahme des bekreuzten sprechen und Zillig (29) hat unter Berücksichtigung der Verhältnisse in anderen Wein-

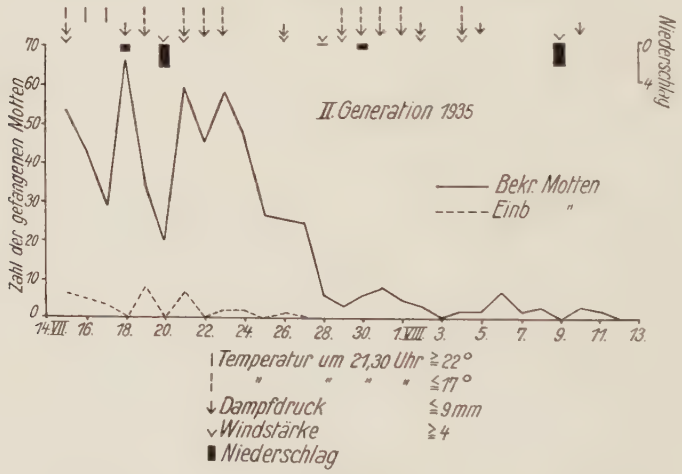

Abb. 2.

baugebieten die Meinung geäußert, daß man aus dem gesteigerten Vorkommen von *botrana* geradezu auf die Güte der Lage schließen kann. Nun aber geschah das Überraschende. In der gleichen als vortrefflich bekannten Lage — die berühmtesten Lagen des Rheingaues liegen kaum

2 km entfernt — kehrte sich 1937 das Verhältnis der beiden Arten zueinander völlig um. Die Heuwurmmotten des einbindigen Wicklers nahmen an Zahl zu (Abb. 5) und die Sauerwurmmotten (Abb. 6) bestanden fast nur aus Vertretern dieser Art. Das gleiche wurde im Sommer, z. B. auch in der benachbarten bekanntesten Lage des Rheingaues, dem weltberühmten Johannisberg beobachtet. Das

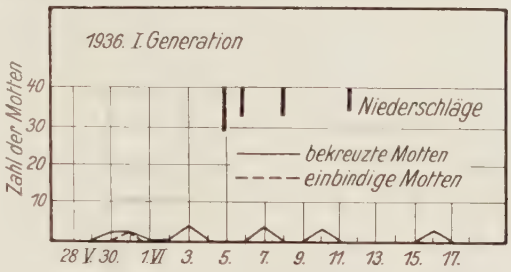

Abb. 3.

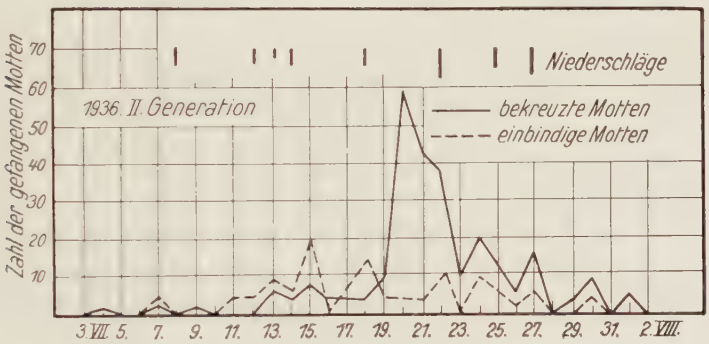

Abb. 4.

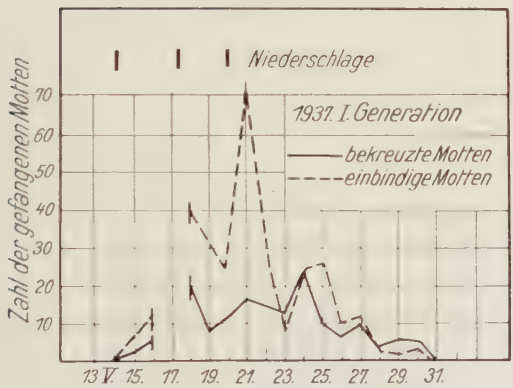

Abb. 5.

Prozentverhältnis von *ambiguella* zu *botrana* betrug in den einzelnen Parzellen: 100 : 4, 100 : 16, 100 : 9, 100 : 6, 100 : 4.[1])

Noch in anderer Hinsicht bietet der Vergleich der Kurven Auffälliges. Die kritische Flugspanne, wie ich die Tage der Hauptmottenflüge nannte (26), weil sie für die Gesamtentwicklung der Kalamität entscheidend sind, liegt in den einzelnen Jahren zu ver-

[1]) In den ausgezeichneten Lagen von Rauenthal liegt das Verhältnis noch ungünstiger. In den einzelnen Gläsern wurden gefunden:

	ambiguella	*botrana*		*ambiguella*	*botrana*
Taubenberg . . .	332	4	Großestück . . .	301	7
Steinmächer . . .	242	7	Eisweg	403	1
Wulfen	466	26	Brünnchen . . .	305	6
Solzbecher . . .	495	46			

schiedener Zeit, wie aus dem Vergleich der Abb. 1—6 zu entnehmen ist. Auch hier zeigen die Jahre 1935 und 1937 starke Abweichungen. Im Jahre 1937 setzte der Hauptflug der Heuwurmmottten über einen halben Monat früher ein als der des Jahres 1935.

Es ergab sich zunächst, daß der Dampfdruck mit Werten zwischen 9 und 12 so geringen Schwankungen unterworfen war, und so wenig Beziehung zu den Fluggipfeln und Flugtiefen hatte, daß irgendeine regelmäßige Wirkung nicht festzustellen war. Auch die Regenmengen, die nur schwach, ungeordnet und gelegentlich fielen, konnten keine unmittelbare Bedeutung haben, wie man unschwer mit Hilfe der Abb. 3—6 fest-

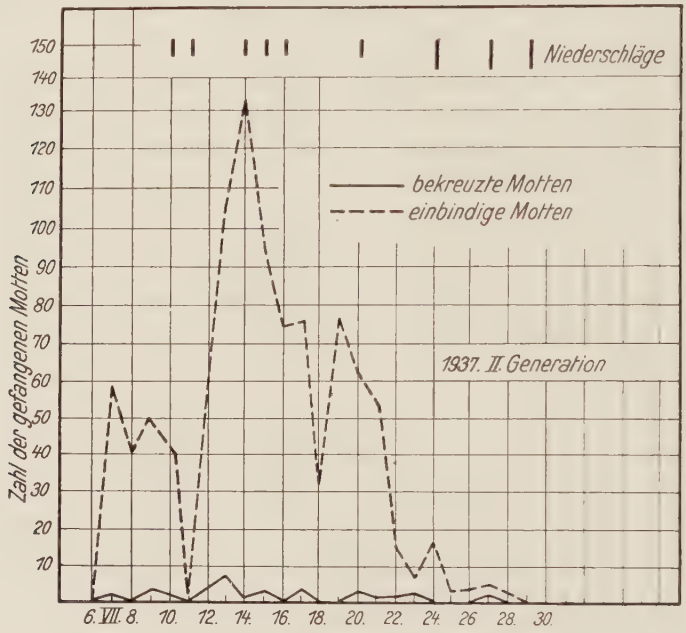

Abb. 6.

stellen kann. Dagegen ließ schon eine vorläufige Übersicht über die Temperaturen und relativen Feuchtigkeiten erkennen, daß die extremen Verhältnisse des Massenwechsels ohne Zwang mit ihnen in Verbindung gebracht werden können.

In der Tabelle sind die Temperaturen und relativen Feuchten für die Flugzeit 1935 und 1937 wiedergegeben.

Am 18. Juli 1935 war ein Fluggipfel des bekreuzten Wicklers bei 19,3° C und 56% Feuchte, am 21. Juli bei 19,9° C und 58%, ein Pessimum am 20. Juli bei 17,9° und 80%. Der einbindige trat in besonderer Stärke auf am 14. Juli 1937 bei 18,9° C und 81%, am 19. Juli bei 18,7° und 69%, erlitt aber eine Hemmung am 11. Juli bei 12,2° C und 87%. Es liegen also auch für den bekreuzten vereinfachte Beziehungen zu den Begrenzungs-

1935 abends 21.30 h			1937 abends 21.30 h		
Datum	Temperatur in °C	rel. Feuchte in %	Datum	Temperatur in °C	rel. Feuchte in %
Juli 14.	21,3	62	Juli 6.	20,7	62
15.	21,7	46	7.	18,2	84
16.	22,9	68	8.	16,1	75
17.	22,1	53	9.	17,3	68
18.	19,3	56	10.	11,3	89
19.	17,4	62	11.	12,2	87
20.	17,9	80	12.	15,1	75
21.	14,9	58	13.	19,9	77
22.	14,6	67	14.	18,9	81
23.	16,9	49	15.	22,0	62
24.	21,9	56	16.	16,9	69
25.	19,8	63	17.	15,0	83
26.	21,3	49	18.	16,8	68
27.	19,2	57	19.	18,7	69
28.	20,1	73	20.	20,3	62
29.	15,4	57	21.	22,7	50
30.	13,5	68	22.	16,7	62
31.	13,7	69	23.	21,3	62
August 1.	15,5	57	24.	16,5	87
Summe	349,4	1150	25.	16,0	64
Durchschnitt	18,4	60,5	26.	17,5	64
			27.	15,8	70
			28.	12,3	90
			29.	15,1	73
			30.	16,3	74
			31.	20,7	62
			Summe	450,3	1869
			Durchschnitt	17,3	72

faktoren vor. Das Auftreten ist eine Funktion von Temperatur und Feuchtigkeit. Beide bewirken die quantitative Verschiebung von Massen.[1])

In Abb. 7 habe ich für den einbindigen durch Punkte eingetragen, bei welchen Temperaturen (Ordinate) und Feuchtigkeiten (Abszisse) Hochgipfel des Massenfluges gefunden wurden. Der jeweilige Tiefstand wurde durch Kreuze bezeichnet. Hierfür habe ich noch das Jahr 1935 nach den Schaulinien von Witterstein herangezogen.

Fluggipfel des einbindigen Wicklers fanden sich zwischen 15° und 22° und hauptsächlich zwischen 60% und 90% Feuchte. Die Linie B grenzt die Zone nach unten ab und kann als Hüllkurve angesehen werden. Unterhalb von ihr war kein Flug festzustellen, hier liegt also die Zone der

[1]) Bei der Verarbeitung der Ergebnisse muß man berücksichtigen, daß ein Absinken der Flugkurve mit der Erschöpfung der Eierstöcke in Beziehung stehen kann.

Flugstille, in der Eier nur ausnahmsweise und nicht regelrecht abgelegt werden. Die Linie B verläuft gleichsinnig der höher liegenden Kurve C, die aus einer früheren Untersuchung (26) über die im Laboratorium und Frei-

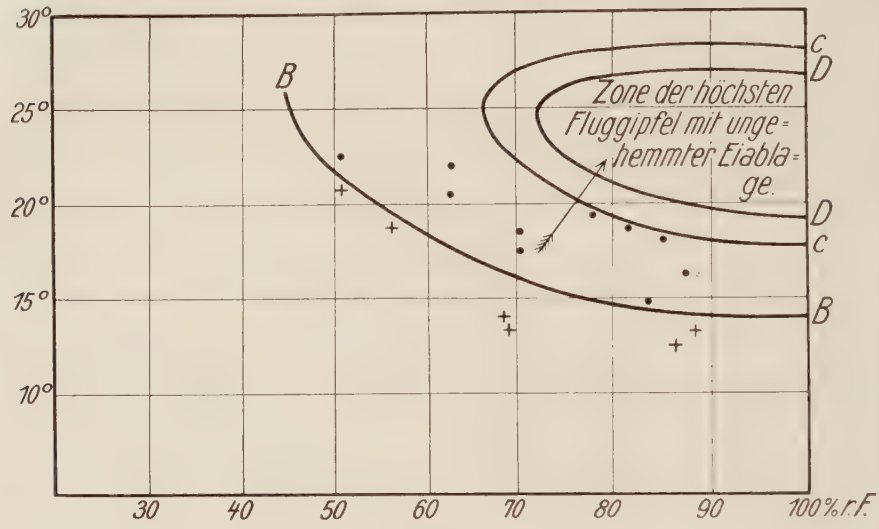

Abb. 7.

land gefundenen Werte bezüglich der Aktivität bei der Eiablage entnommen ist. C trennt die Zone der Aktivierung der Flüge (erhöhte Aktivität) von der der stärkeren Flüge der allgemeinen Aktivität mit Zunahme der Eier. Über ihr liegt die Linie D, die Trennungslinie zur Zone der höchsten Fluggipfel mit ungehemmter Eiablage, also zur Zone der höchsten Aktivität.

Für den bekreuzten habe ich ein ähnliches Klimogramm gezeichnet (Abb. 8). Als Grundlage diente die zweite Generation 1935. Die Pessima trug ich nach den Befunden der ersten Generation 1936, wo fast kein Flug stattfand, als Kreuze ein.

Hier liegen die Verhältnisse völlig anders als beim einbindigen. Die Hauptmasse der Schmetterlinge flog in der Zone der Flugstille des einbindigen, die für diesen also die Gefahrenzone bedeutet. Als Grenzlinie zur Inaktivität habe ich die Linie A eingetragen. Die Linie B (gestrichelt) entspricht der Linie B in Abb. 7. Man sieht, daß beide Linien sich nähern, je höher die Feuchtigkeit wird, aber nach der Trockenheit auseinanderstreben. Der einbindige hat also ein viel engeres Spielfeld. Flugstunden mit hoher Feuchtigkeit und Wärme sind nicht besonders häufig. Daher wird er als der weniger gefährliche Schädling betrachtet. Der bekreuzte aber kann schon von 14° ab fliegen, und zwar, wenn auch weniger häufig, bei Feuchtigkeit und Wärme, aber auch, und das wohl in der Regel, bei Trockenheit und Wärme. Sein Bereich der geringsten Hemmungen ist also wesentlich umfassender. Er kann unter einer erweiterten Kombination von abiotischen Faktoren Eier ablegen. Praktisch bedeutungsvoll sind zu-

dem die unregelmäßigen Schlüpfzeiten. Ich erinnere an die Befunde von Voukassovitch (siehe bei 23, S. 639), der 10 benachbarte Stöcke entrindete und am 2. April die Rindenstücke ins Laboratorium bei gleicher Temperatur brachte. Die Schlüpftage waren: 24. April, 1. Mai, 2. Mai, 3. Mai, 4. Mai, 10. Mai, 11. Mai, 13. Mai, 18. Mai, 25. Mai. Im ganzen war also eine Spanne von 22 Tagen zu beobachten. Daraus folgt eine Ausdehnung der Flugperiode, die zur Folge hat, daß immer wieder Eier abgelegt werden können. So wirkt sich also das Auftreten des bekreuzten häufiger zur Katastrophe aus.

Bisher handelte es sich darum, für jede Art die Grenze zur Flugstille zu ermitteln. Das war mit Hilfe solcher Flüge möglich, bei denen jede Art sozusagen allein und schwach auftrat. Regel ist jedoch das Vorkommen der Flüge beider Arten in verschiedener Stärke nebeneinander. Die Auswertung solcher Verhältnisse zeigt, in welcher Zone beide Arten aktiviert werden können. Wo gleichzeitig Fluggipfel von *ambiguella* und *botrana* vorkommen (dies ist unter mittleren Bedingungen möglich), liegen die Punkte oberhalb der Linie B, bald mehr im Gebiet der Trockenheit, bald mehr in dem der Feuchte.

Während die obere Grenze der Aktivität für *ambiguella* bei 27°—28° anzunehmen ist, kann unter unseren Verhältnissen noch nicht angegeben werden, welche erhöhten Temperaturen *botrana* begrenzen, da Wärmegrade

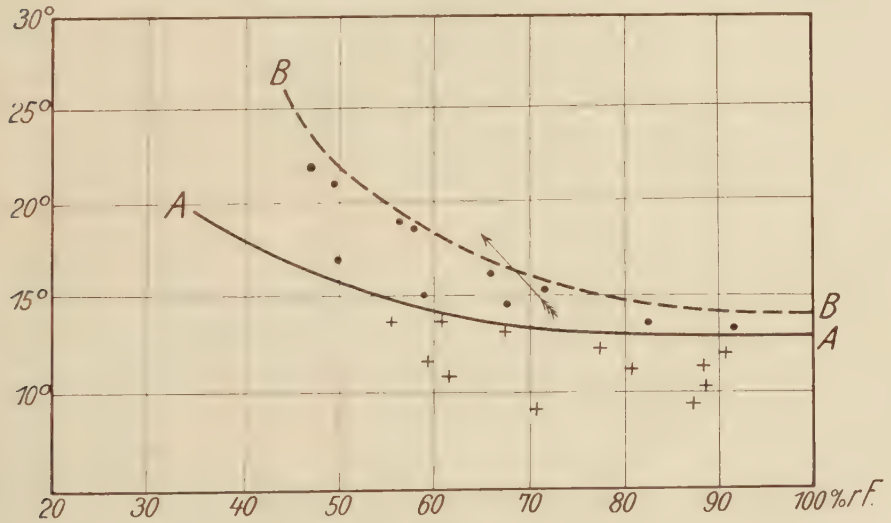

Abb. 8.

über 28° in der Abenddämmerung bei uns selten sind. Die Zone der oberen Flugstille scheint aber weit höher zu liegen als bei *ambiguella*, denn in den heißen und trockenen Weinbaugebieten des Südens tritt *botrana* stark schädigend auf.

Die gewonnenen Erkenntnisse sind für die Einsicht in die Gradation bedeutsam. Temperaturen zwischen 15° und 25° aktivieren beide Arten. Ob die eine oder andere Art vorherrscht, hängt von dem Grad der Feuchtigkeit ab. Die meisten Punkte liegen bei *botrana* stets zwischen 40% und 70% Feuchtigkeit, bei *ambiguella* aber zwischen 60% und 100%. (Siehe auch besonders 23.) Die oben ausgesprochene allgemeine Ansicht, daß *botrana* trockene Flugstunden liebt, ist somit wertmäßig begründet. Für *ambiguella* liegt die Zone der höchsten Aktivität in der Richtung des Pfeiles der Abb. 7, also nach der erhöhten Feuchtigkeit zu, für *botrana* aber in der Richtung des in Abb. 8 eingetragenen Pfeiles nach der verringerten Feuchtigkeit zu. Deutlich prägen sich auch die Unterschiede in den Feuchtigkeitsansprüchen in Abb. 9 aus. Im Diagramm sind links die

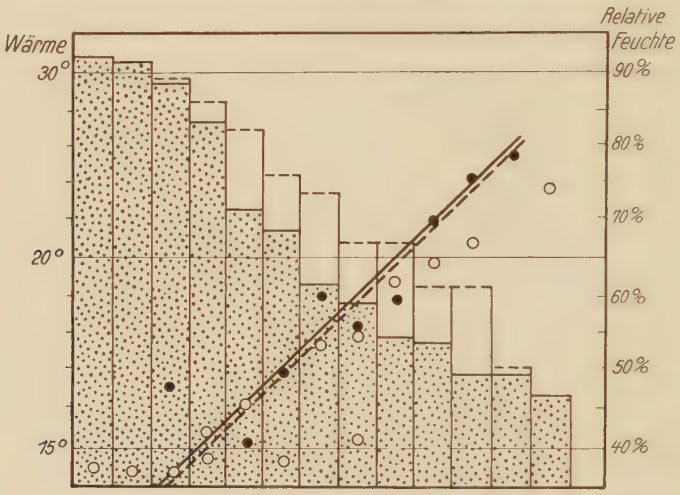

Abb. 9.

Temperaturen, rechts die relativen Feuchten abgemessen. Es wurden für jeden Punkt der Abb. 7 und 8 die Temperaturen und Feuchten vermerkt. So stellt die rechte graue Säule die Feuchte von 46% und der in Abstand darüberstehende Ring die Temperatur von 21,8° C dar. Die übrigen grauen Säulen und die Ringe geben die anderen Werte für *botrana* wieder. Der in der Diagonale ziehende schwarze Strich soll die Verbindung der Ringe im Mittelwert darstellen. Für *ambiguella* gelten die weißen Felder und die schwarzen Flecke. Die gestrichelte Linie als Mittellinie für *ambiguella*-Temperatur deckt sich mit der von *botrana*. Man erkennt, daß bei gleicher Temperatur *ambiguella* viel höhere Feuchtigkeiten beansprucht, und daß hier die ökologische Valenz geringer ist. Die bisher geltende Ansicht, daß der einbindige kühle Lagen, der bekreuzte aber warme liebt, muß also dahin verbessert werden, daß der erste feuchtwarme, der zweite trockenwarme Orte bevorzugt. Daher das Streben von *botrana* nach den Hausreben, nach den Spalieren und

Wänden, und das Vorkommen von *ambiguella* in Mulden mit erhöhter Feuchtigkeit, in Lagen mit kaltfeuchtem Boden, in regenreicheren Gebieten mit enger Pflanzweite und mit Verunkrautung. Daher auch das wechselnde Vorkommen in Jahren mit verschiedener Feuchtigheit. Deswegen wird *ambiguella* im Süden weniger durch Hitze als vielmehr durch Trockenheit bedrängt und unschädlich gemacht.

Nun wird auch die Art, wie die Mottenflugkurven des bekreuzten Wicklers verlaufen, in den einzelnen Jahren verständlich.

Im Frühjahr 1936 (Abb. 3) herrschten seit Beginn des Fluges ab 29. Mai derartig niedere Temperaturen und stellenweise auch unternormale Feuchten, daß ein geregelter Flug überhaupt nicht zustande kam. Als dann am 6. Juni eine Wärme von 15,1° und eine relative Feuchte von 62% einsetzte, wäre theoretisch ein schwacher Flug möglich gewesen, aber die Motten waren durch die pessimalen Bedingungen so beeinträchtigt, daß sie ihre Eier schon notreif abgesetzt hatten und daher nicht mehr flogen, soweit sie nicht eingegangen waren. Die Umstände des Aktivitätsminimums hindern die Eiablage und können zur Sterilisierung führen. Aus diesen Gründen entwickelte sich auch der Flug weiterhin nicht naturgemäß.

Im Sommer 1936 (Abb. 4) ist der Flug durch einen Gipfel des bekreuzten am 20. Juli ausgezeichnet. Damals wurde eine Wärme von 15,5° und 86% Feuchtigkeit festgestellt. Dieser Einheitsfaktor[1]) liegt eben noch in der Zone der Aktivität des bekreuzten, aber hart an der Grenze zur Flugstille beim einbindigen, wie die Kurve zeigt. Am 15. Juli mit einer Temperatur von 16,1° und einer Feuchte von 79% ist es dem einbindigen eher möglich, seine Individuenzahl zu steigern als dem bekreuzten. Umgekehrt steht es am 24. Juli, der eine Wärme von 18,7° und eine Feuchte von 85% aufwies.

Wieder andere Kombinationen brachte das Frühjahr 1937 (Abb. 5). Am 21. Mai wurden 15° Wärme und 68% relative Feuchte gemessen, Bedingungen, die für den einbindigen, aber auch für den bekreuzten günstig sind. Beide nahmen an Zahl zu. Ein weiterer Fluggipfel, wenn auch nicht sehr hoch, zeigte sich am 24. Mai mit 18,8° und 65%. Der Schnittpunkt für beide Arten liegt gerade unter der Linie B.

Einzelbeobachtungen oder Durchschnittswerte.

Wie meine früheren Untersuchungen zeigen auch diese, wie wichtig es ist, mit Stundenwerten zu arbeiten. Als Durchschnittswerte der Temperaturen und Feuchten waren zu errechnen:

---

[1]) Darunter wird nach Friederichs (2) das Zusammenwirken mehrerer Faktoren verstanden.

		Temperatur in °C	Feuchte in %
1935	14. Juli bis 11. August	18,4	60,5
1935	Juli bis August	19,2	62,0
1935	Mai bis August	17,4	64,0
1937	6. Juli bis 31. Juli	17,3	72,0
1937	Juli	18,9	67,0
1937	Mai bis August	18,0	67,0

Die extremen Verhältnisse des Massenwechsels drücken sich bei einem Vergleich der Werte innerhalb der Tage der Flugzeiten von 1935 und 1937 (18,4° und 60,5% z. B.) nicht aus. Diese haben zu den Ansprüchen der Arten insbesondere zur Schwelle zur Inaktivität keine klaren Beziehungen. Denkt man sie in die Achsen der Fig. 7 und 8 eingetragen, so findet man, daß sie oberhalb der Linie B liegen. Noch mehr verwischen sich die Unterschiede, wenn man die Monatsdurchschnitte heranzieht. Völlig unbrauchbar aber sind für die Analyse der Valenzen die Durchschnitte der Monate in der Vegetationszeit. Die Ansicht, daß „warme“ oder „kühle“ Monate oder Sommer für Art und Stärke des Massenauftretens eine Rolle spielen, ist abzulehnen. Das Massenauftreten ist nicht einfach eine Folge kühler oder warmer Sommer! Es kann in einem warmen Jahr während der Flugzeit abends vorübergehend so kühl sein, daß die Flüge ins Pessimum fallen. Auch in einem kühlen Jahre aber genügen einige warme Stunden in der Dämmerung während des Fluges für eine Massenvermehrung.

Nachdem für die Populationsdichte beider Arten Wärmegrade innerhalb bestimmter Grenzen maßgebend sind, versteht man die Tatsache, daß in den Flügen eine gewisse Kongruenz der Bewegung beobachtet werden kann. Dabei prägt die stundenweise wirkende Feuchtigkeit die Höhe der Kurven. Sie entscheidet damit über die Masse.

Aus diesem Grunde ist die Ansicht von Zillig, daß man die Güte einer Lage nach dem Vorherrschen der bekreuzten Motten beurteilen könnte, in der verallgemeinerten Form nicht haltbar. Danach wäre 1937 der Johannisberg mit den besten Lagen des Rheingaues zu den schlechtesten Lagen abgesunken.

Verschiebung der Flugperioden.

Schwieriger ist die Frage zu klären, warum von Fall zu Fall die Flüge zu verschiedener Zeit einsetzen. Hier spielt das physiologische Verhalten der Arten, die Verpuppungszeit, die Dauer der Puppenruhe, die Temperatur und Feuchtigkeit in nächster Umgebung des Verpuppungsortes eine wichtige Rolle. Die Strahlung wird beeinflußt von der Art des Bodens, seiner Neigung, von der Bodenbearbeitung, der Pflanzweite, der

Art des Schnittes. Damit werden die Bedingungen weitgehend undurchsichtig. Doch darf angenommen werden, daß erhöhte Wärme zur Zeit der Puppenruhe diese abkürzt, Kühle sie hinauszögert. Hierfür kann man also die Temperaturen längerer Zeitspannen verantwortlich machen.

Danach ist folgendes zu unterscheiden:

1. Die mittlere Jahrestemperatur und Jahresfeuchtigkeit ist wichtig für die geograpische Verbreitung und die Generationszahl.
2. Der allgemeine Eintritt der Flugzeiten ist von der vorausgehenden Gesamtwitterung und von der Reaktionsart des Tieres, die genetisch bedingt ist, abhängig, wird also regional und jährlich verschieden bestimmt.
3. Die Art des Auftretens wird von der Wärme an den Abenden zur Zeit des Fluges beeinflußt.
4. Die Stärke des Auftretens und das Verhältnis der beiden Arten richtet sich nach der Feuchtigkeit innerhalb einer Wärmespanne von etwa 14—28° C während der Dämmerung.

Die Massenbewegung beider Arten in aufeinanderfolgenden Jahren an verschiedenen Orten.

Ein Vergleich der Abb. 1—6 bestätigt, daß alles im Fluß ist. Einbindige und bekreuzte Motten wechseln von Tag zu Tag und von Jahr zu Jahr. Das sind Verhältnisse, die nicht nur in Geisenheim und in den letzten Jahren beobachtet wurden. Man kann für jede Flugperiode die Fangsumme der einbindigen und bekreuzten Motten in einer bestimmten Lage feststellen und ihr Prozentverhältnis berechnen. Die Abb. 10 stellt das Ver-

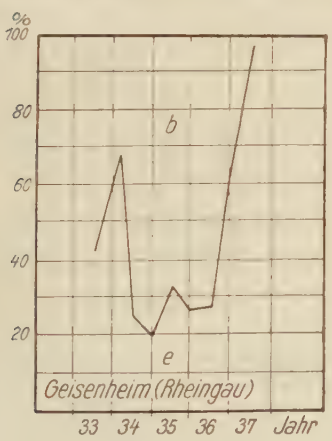

Abb. 10.

Abb. 11.

hältnis der beiden Arten nach den Fängen von 1933—1937 in Geisenheim dar. Zur Zeit der Sommergeneration 1933 war ein Verhältnis von 43 einbindigen Motten zu 57 bekreuzten festzustellen. Die erste Genera-

tion 1934 setzte sich in den Fängen prozentual aus 68 einbindigen und 32 bekreutzten zusammen. Dann erfolgte ein Rückgang der einbindigen und zugleich eine Vermehrung der bekreuzten Motten bis Sommer 1936. Von nun an nahm der einbindige bis zu 97% im Sommer 1937 zu.

In der Abb. 11 und 12 sind Aufzeichnungen von Einzellagen aus den Gebieten der Mosel und Saar graphisch verwertet, die bei Zillig zahlenmäßig wiedergegeben sind. Die Kurve von Avelsbach zeigt von 1928 mit Unterbrechungen einen Anstieg des einbindigen auf Kosten des bekreuzten bis zum Frühjahr 1933. Dann erfolgt eine rasche Individuenvermehrung des bekreuzten.

Ähnlich liegt des Verhältnis der beiden Arten in der Domäne Serrig von 1930—1936. Im Sommer 1936 jedoch beginnt der Anstieg des einbindigen.

Anders verhalten sich die Wickler an der Ahr (Abb. 13). Der einbindige ist allgemein von geringerer Bedeutung. Man stellt aber ein Streben zur Massenzunahme fest, das allerdings je im Frühjahr 1934, 1935 und 1936 Einbuße erleidet.

In der Lage Roxheimer Steeg an der Nahe (Abb. 14) herrscht der einbindige unzweifelhaft vor. Nach einer Verschiebung des Verhältnisses in der 1. Generation 1932 und der ersten Generation 1933 behauptet er

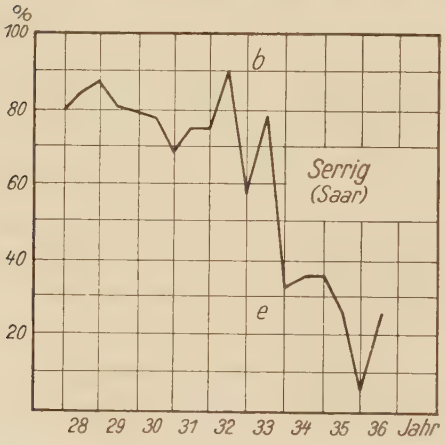

Abb. 12.

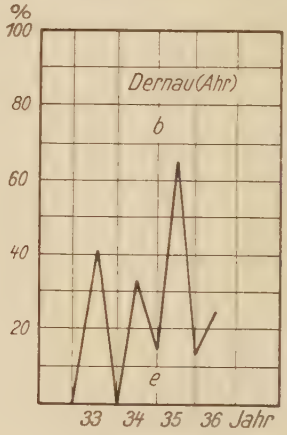

Abb. 13.

das Feld. Leider fehlen für 1935 die Angaben. Im Jahre 1936 wird eine Zunahme des einbindigen beobachtet.

Eine letzte Beobachtung sei in Abb. 15 aus der Pfalz mitgeteilt.[1]) Der einbindige ist im Frühjahr 1930 und 1932 in übermäßiger Stärke vorhanden. Im übrigen wird er vom bekreuzten überflügelt.

[1]) Die Angaben verdanke ich Landwirtschaftsrat Klingmann in Frankenthal.

Aus den Kurven kann zweierlei ersehen werden:

Erstens stimmt keine der Beobachtungen mit der anderen überein. Es müssen also bestimmte bewirkende Kombinationen von Temperatur und Feuchtigkeit vorliegen.

Zweitens kann aus ihnen eine gleichmäßige Transgression des bekreuzten über den einbindigen nicht festgestellt werden. Das ist nicht

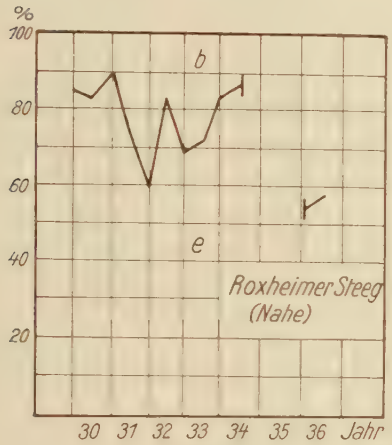

Abb. 14.

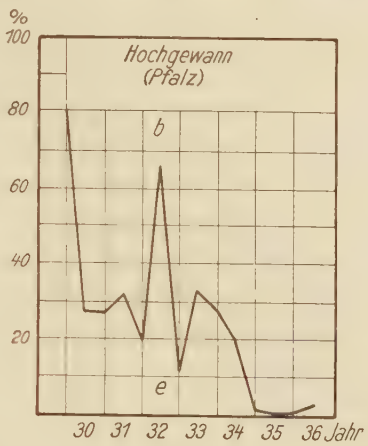

Abb. 15.

verwunderlich. Je nach der ökologischen Valenz und den nahörtlichen Bedingungen herrscht bald die eine, bald die andere Art vor.

Zillig ist auf Grund registrierender Feststellungen und Umfragen aus den Weinbaugebieten Deutschlands anderer Meinung. Er mißt der örtlichen Verteilung und dem Massenwechsel des bekreuzten Traubenwicklers wenig Bedeutung bei. Nach ihm beherrscht in den Hauptweinbaugebieten Deutschlands *botrana* das Feld und *ambiguella* ist bedeutungslos geworden. „Auf Grund der Mottenbeobachtung läßt sich eine Verminderung des bekreuzten Wicklers von Belang nicht mehr erhoffen.“ Für seine Auffassung und die Ansicht daß damit ein gewisses Endstadium erreicht ist, führt er u. a. eine Mitteilung aus der Pfalz an, die besagt:

„Der bekreuzte Wickler beherrscht in den warmen Lagen der Mittel- und Unterhaardt das Feld zu etwa 90 %, während er in der kühleren Oberhaardt und in der Nordpfalz nur etwa 30—50 % der gesamten Mottenzahl ausmacht. Ein vorübergehendes Zurückgehen in kühlen Sommern, wie im Jahre 1910, konnte die allgemeine Zunahme nicht aufhalten. Sie dürfte heute zu einem gewissen Stillstand gekommen sein. Witterungseinflüsse während der Vegetationszeit werden also in den besten Lagen nur sehr geringe Schwankungen des erreichten Prozentsatzes (90—100) bedingen.“

Seine Auffassung begründet Zillig mit Bekämpfungsmaßnahmen. Er vermutet, daß der einbindige Wickler durch sie leichter erfaßt werden

kann,[1]) wie es auch gelang, andere Schädlinge bedeutungslos zu machen. Witterungseinflüsse verschieben nach ihm das Verhältnis der beiden Wickler nur in ungewöhnlich kühlen Sommern und auch dann nur in kühlen Lagen. Parasiten kämen kaum in Frage.

Der bekreuzte Wickler war als Rebschädling in Deutschland früher nicht bekannt. Wenn er innerhalb der letzten 30 Jahre in den Weinbaugebieten des Westens sich zum schlimmsten Rebschädling neben der Reblaus entwickelt hat, so bestehen für diese Tatsache folgende zwei Möglichkeiten.

1. Die Art ist aktiv, wenn auch unter Schwankungen von Zentren aus vorgedrungen und hat wie heute der Kartoffelkäfer, einen bisher fremden Lebensraum erobert. Der Vormarsch wird unverändert anhalten.

2. Die Art befindet sich in ihrem Verbreitungsgebiet im Zustand der Massenzunahme und des Massenwechsels, so daß sie zeitlich und örtlich in verschiedener Stärke beobachtet wird. Es ist dabei möglich, daß sie Jahre hindurch in gewissen Gebieten vorherrschen kann, aber ebenso wieder zurückgeht, sobald die Begrenzungsfaktoren sie einengen.

Welche dieser Möglichkeiten anzunehmen ist, kann mit Hilfe der ökologischen Valenz geklärt werden. Es ist also zunächst das Verhalten des Schädlings im Wohngebiet zu betrachten.

Einiges über das Wohngebiet entsprechend der ökologischen Valenz.

Aus den Ansprüchen an Trockenheit und Wärme ergeben sich Einsichten in die geographische Verbreitung von *botrana*. Ich führte aus, daß die Motten von allen Stadien die geringste ökologische Valenz haben, also am meisten durch Umweltbedingungen begrenzt sind. Die Motten von *ambiguella* fliegen in einer engeren Zone des Klimogramms als die von *botrana*.

Ambiguella ist nach Kennel (4) in ganz Europa mit Ausnahme des kühlen Nordens, ferner in ganz Kleinasien, Indien, Japan verbreitet und geht in der Schweiz bis zu 4000 Fuß Höhe. Für uns sind Befunde außerhalb Deutschlands wertvoll. Im Hamburger Museum stecken, nach freundlicher Auskunft von Herrn Dr. Titschack, Stücke vom Onega-See

[1]) Der einbindige wäre im auffälligen Stadium leichter zu bekämpfen, weil die Zeitspanne des Fraßes geringer sei und ebenso der Abstand von der meist gegen jede Generation einmal durchgeführten Arsenbehandlung. Dem widersprechen die Erfahrungen im Pfälzer Oberland, wo stellenweise weit häufiger mit Arsen gearbeitet wird als anderswo und der einbindige noch in beachtenswerter Stärke vorhanden ist. Es wird aber auch nicht erklärt, warum trotz aller Maßnahmen in manchen Jahren der einbindige überwiegt. Inwieweit der Springwurm, der mit Arsenmitteln sehr schwer abzutöten ist, allgemein zurückging, muß die Zukunft lehren. Er trat immer schon in einzelnen Horsten und in weiten Zeitintervallen auf. Daß der Rebstichler infolge der Arsenbehandlung zurückging, ist darauf zurückzuführen, daß das Futter für die Larven im Blattwickel vergiftet wurde, weniger der Käfer selbst.

und aus der Umgebung von Petersburg. Die Art ist, wie mir Dr. Kemner (Lund) schreibt, im südlichen Schweden nicht selten und lebt in den Wäldern vermutlich an *Rhamnus* und *Lonicera*-Früchten. Die Mikrolepidopterologen kennen sie aus ganz Deutschland (bis Bromberg). (Vgl. auch die Karte bei 23, S. 12.) Das ist nach den Abb. 7 u. 8 verständlich. Wo im Sommer einige Monate mit Durchschnittstemperaturen über 14 ° C und einer relativen Feuchtigkeit über 70 % vorkommen, darf *ambiguella* vermutet werden, wenn die von ihm besiedelten Wildpflanzen vorhanden sind.

Botrana mit seinen ähnlichen Ansprüchen an die Temperatur könnte das gleiche Verbreitungsgebiet bewohnen. Dem widersprechen die tatsächlichen Verhältnisse. Die Art fehlt nach Wocke in der Lausitz, nach Sorhagen in Brandenburg und in der Mark. Sie ist aber außerhalb des Weinbaugebietes festgestellt in Bayern und Böhmen (Heinemann, Nickerl). Kennel führt als Wohngebiet Süddeutschland, Österreich, Ungarn, Schweiz, Südeuropa, Nordafrika, Kleinasien an. Auch in den älteren systematischen Werken (z. B. Treischke 1834, Herrich-Schäffer 1849, Wilde 1860) wird der bekreuzte Wickler als zur Fauna Deutschlands gehörig betrachtet. Für Österreich hat ihn Schiffermiller schon 1776 angeführt.[1])

Wie ersichtlich, steht die Art unter scharfem epidemiologischem Druck. Begrenzend wirkt größere Feuchtigkeit bei höherer Temperatur.

Das Gebiet des Optimums mit hohen Temperaturen und hoher Trockenheit liegt fast völlig südlich der Alpen. Als Vernichtungsfaktor wirkt höchstens zu große Hitze und Mangel jeder Feuchtigkeit, wie dies von Spanien bekannt ist. Die Berichte der Sachverständigen machen deutlich, daß sich der bekreuzte im Süden im Zustand erhöhter Aktivität befindet. Hier haben wir die Dauerschadgebiete vor uns.

Der übrige Teil der Schweiz, die meisten Weinbaugebiete in Frankreich, ferner die Weinbauflächen in Deutschland und Österreich liegen in mehr oder weniger weiten Flächen im Gebiet des Massenwechsels. Die Häufigkeit ist einem steten und unerwarteten Auf und Ab unterworfen, da feuchtwarme und kühle Abende ständig wechseln. Daher auch ein Vorwiegen bald der einen bald der anderen Art. Gewöhnlich sind beide zusammen vorhanden, wenn auch in verschiedener Stärke. Eine von ihnen findet meist die Bedingungen für gehäuftes Auftreten. Das Bild einer Waage drängt sich auf. Zunahme der einen Art hat Abnahme der anderen zur Folge und umgekehrt, wie sich die Waagschalen auf und ab bewegen. Die übrigen Gebiete, von denen Fundstellen außerhalb der Weinbauflächen bekannt sind, liegen in der Randzone des Verbreitungsgebietes. Hier entwickeln sich die Raupen vorwiegend auf anderen Nährpflanzen, von denen mehrere Arten (23) bekannt sind.

---

[1]) Literatur bei 23.

Einschleppung des bekreuzten Wicklers?

Reaktionsnorm und Vagilität.

Zuerst vorsichtig, dann immer bestimmter wurde angenommen, daß der bekreuzte Wickler vom Süden her eingeschleppt sei und rasch an Masse zunahm, wobei er neues Gebiet eroberte.

Auf die Geschichte der Besiedlung der Rebe gehe ich nur kurz ein. Durch nichts ist erwiesen oder auch nur wahrscheinlich, daß die Art aus dem Süden zu uns kam.

Nach allem, was wir wissen, ist der bekreuzte Wickler in Mitteleuropa, und zwar in Österreich und Deutschland, zuerst beobachtet worden. Für dieselbe Zeit, in der er schon als Schädling der Rebe in Deutschland auftrat (1870), liegen weder aus Frankreich noch aus Italien Funde an der Rebe vor, sei es von den Entomologen, sei es von den Weinbausachverständigen. Für Österreich erwähnt Kollar 1857, daß schon sehr frühzeitig zeitliche Übervermehrungen beobachtet wurden, so im freien Weinberg in den Jahren 1816, 1817, 1828 und 1835. Erst 1890 teilt Mayet mit, daß er im Gebiet der Seealpen festgestellt worden sei, 1891 fand ihn Kehrig an Reben nahe bei Bordeaux und 1892/93 wurde er zum erstenmal im Süden von Bordeaux gefunden. Für Italien liegen folgende Angaben aus dem Weinbau vor: 1890 nördlicher Teil der Insel Elba (Mayet) und Mittelitalien (Lunardoni), 1912 Mittelitalien (Canavari).[1]) Statt daß an eine Einschleppung von Süden aus nach Norden gedacht wird, erscheint mir mit größerem Recht eine solche von uns aus nach Süden einleuchtender! Jedenfalls liegt Deutschland nach der ökologischen Reaktionsart schon immer im Verbreitungsgebiet.

Wenn Zillig erwähnt, daß *botrana* um 1870 eingeschleppt wurde, so widersprechen dem die oben erwähnten Angaben und das, was ich früher in meinen „Weinbauinsekten" (23) mitteilte. Hinzufügen möchte ich nur noch einen Hinweis von Audoin 1842, der besagt: „Bis jetzt hat diese Art, die in Frankreich kaum bekannt ist, in den Weinbergen noch keine Schädigungen hervorgerufen. Aber sie wurde in Deutschland beobachtet und (in Österreich) durch Kollar."

Alle diese historischen Angaben erachte ich nicht für wesentlich. Ebensowenig bedeutungsvoll ist, daß wir die Art als Bewohner der Rebe kennen. Es gibt ja zahlreiche Weinbauinsekten. Wichtig ist allein die Masse. Wie kam es, daß einzelne Individuen, mögen sie eingeschleppt worden sein oder in ihrem Verbreitungsgebiet die Nährpflanze gewechselt haben, eine Massenvermehrung eingehen konnten? Denn erst auf eine Massenzunahme kann eine Massenwanderung und eine Vergrößerung der Siedlungsfläche erfolgen. Hier liegen die Grundfragen der Traubenwicklergradation.[2]) Sie können nicht auf statistischem Wege mit

[1]) Literatur bei 23.

[2]) Mangelhafte Bekämpfungsmaßnahmen können keine Massenzunahme erklären. Hier handelt es sich nicht um eine technische, sondern um eine gradatologische Frage.

Hilfe generalisierender Induktion, sondern nur auf kausalanalytischem Wege geklärt werden.

Ausschlaggebend für die Beurteilung ist die physiologische Leistung für die artspezifische Reaktionsnorm. Sie bestimmt die Masse und damit die Bedeutung als Schädling. Aus meiner bisherigen Darlegung geht hervor, daß *botrana* eine stenöke Art ist. Als empfindlicher Spezialist ist sie auf enge Verbreitungsgrenzen eingestellt, die von der Temperatur und Feuchtigkeit errichtet sind. Werden die Fesseln weniger dicht angezogen, dann kommt es zu Übervermehrungen, im anderen Falle erfolgt eine Ausmerzung größten Stiles. Sie kann sich nicht in veränderte Verhältnisse schicken, wenn diese außerhalb der Reaktionsbreite liegen. Der Vagilität setzt die Umwelt erhebliche Widerstände entgegen.

Daß dies immer schon war, daß sich also die ökologische Valenz nicht verändert hat, darüber liegen Berichte vor.

Ich weise auf die oben erwähnte Mitteilung von Kollar über die Massenwechsel vor mehr als 100 Jahren hin. Um die Jahrhundertwende, bald nachdem der bekreuzte Wickler Bedeutung gewann, beobachtete ihn Zschokke in der Pfalz fast unvermittelt in größerer Zahl. Er fand ihn in Edenkoben zu etwa 5%, bei Neustadt zu 60%, in Deidesheim und Forst etwa zu 50% gegenüber dem einbindigen. Er teilt aber auch mit, daß dort, wo 1899 der bekreuzte zahlreich war, später der einbindige überwog. Fröhlich stellt *botrana* in Edenkoben schon 1870 als Schädling fest, doch blieb dieser in den folgenden 30 Jahren bedeutungslos.

Auch in anderen Ländern ist schon längst der Wechsel als das Beständige erkannt worden. Neuere Angaben für die Schweiz findet man bei Leuzinger (siehe bei 23). Frühere Mitteilungen von Schneider-Orelli aus der Züricher Gegend mögen dartun, daß das Verhältnis auch schon vorher auf und ab ging.

Wädenswil	1912	388	*ambiguella*	793	*botrana*
„	1913	452	„	58	„
Stäfa	1912	113	„	56	„
„	1913	191	„	11	„

Ich brauche nicht näher auf diese Verhältnisse einzugehen.

Nach dem allen kann *botrana* nicht mit der Reblaus, mit *Oidium* (*Oidium Tuckeri*) und *Peronospora* (*Plasmopora viticola*) verglichen werden. Alle drei sind landfremde euryöke Organismen mit außergewöhnlicher Reaktionsweite. Sie können größte Schwankungen ertragen und sind daher geradezu überall verbreitet, wo Reben wachsen. Mit ungestümer Vagilität überfluteten sie in kurzer Zeit weite neue Wohnräume. An einen natürlichen Rückgang ist nicht mehr zu denken, wenn auch geringe Massenschwankungen vorkommen. Hier liegt ein biozönotisches Problem vor.

Die Ausbreitung von *botrana* ist ein physiologisches epidemiologisches Problem. Da in der Bevölkerungsdichte Temperatur und Feuchtigkeit übergeordnet sind, ähnelt die Art anderen Insekten von nicht fixiertem Reaktionstyp, dem unter anderen der Kohlweißling (*Pieris brassicae*) und die Obstmade (*Cydia pomonella*) angehört. Die im Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes jährlich wiedergegebenen Verbreitungskarten machen deutlich, daß ein ewiges Hin- und Herfluten über weite

Flächen besteht. Bezüglich des Apfelblütenstechers (*Anthonomus pomorum*) hat Klemm (5) Verbreitungskarten wiedergegeben, die Extremwerte zeigen. Wie es Jahre und Perioden gibt, in denen diese Art scheinbar fehlt, so war in Deutschland eine Zeit vorhanden, in der *botrana* (ähnlich wie *Aporia crataegi*) so unter dem Druck der Begrenzungsfaktoren stand, daß nur örtlich einzelne Stücke zur Beobachtung kamen. Schwangart (8 und 9) vermutete dies schon. Ich vertrete also die Ansicht, daß *botrana* in einigen Gegenden Deutschlands Jahrzehnte vor 1870 an Wildpflanzen, aber auch an der Rebe verbreitet war.

Mit der Jahrhundertwende setzte fast gleichzeitig eine allgemeine Massenzunahme in weit entfernten Gebieten ein. In Deutschland trat die Art als Schädling außer in der Pfalz und im Rheingau, wo sie kurz vorher festgestellt war, auch in Baden und Hessen auf. In Frankreich waren um 1900 nur einige Weinberge um Lyon besiedelt, 1906 erfolgte Massenzunahme und heute ist sie in den wichtigen Weinbaugebieten vorhanden.

Das gleiche ist aus dem Schrifttum Italiens zu entnehmen.

Die Jahrhundertwende war aber auch für den einbindigen Wickler bedeutungsvoll. Bis dorthin trat er in Perioden auf. „Jedes dritte Jahr ist frei vom Schädling", lautete eine Winzerregel. Bald danach aber setzte Jahr für Jahr, wenn auch unter örtlichen Schwankungen die Dauerschädigung ein. Auch heute ist sie noch vorhanden, wenn auch die jährliche Schädlichkeit zurücktrat.

Diese rätselvolle Tatsache, die ihr Gegenstück in epidemischen Krankheiten hat, und die auf eine Gesetzmäßigkeit hinweist, kann nach unseren analytischen Untersuchungen nur in veränderten Witterungsverhältnissen liegen. Leider fehlen Mottenbeobachtungen aus der kritischen Zeit, so daß die Beziehung der Witterung zu den Flugstunden nicht festgelegt werden kann. Obwohl ich mir bewußt bin, welche Fehler möglich sind, habe ich zusammengestellt, an wievielen Abenden 9.30 Uhr in den Monaten des Fluges in Geisenheim eine Temperatur von 19° C und darüber beobachtet wurde, wo also ein stärkeres Mottenauftreten möglich war. In der Zeit von 1907—1916 waren es jeweils im Juni 42 Abende, von 1917 bis 1926 stieg die Zahl auf 53, von 1927—1936 sogar auf 64. Im Juli konnten jeweils von 1907—1916 71 Abende festgestellt werden, von 1917 bis 1926 94, und von 1927—1936 112. Die letzte Ursache für die Zunahme der beiden Arten wenn auch unter wechselnder Vorherrschaft von *botrana* scheint also in der Abgabe von Sonnenenergie zu liegen.

Ich will hier nicht auf die Beziehung Übervermehrungen — Klimaschwankungen eingehen. Daß aber die Masse empfindlicher Insekten sich in feuchtkalten Großperioden anders verhält als in trockenwarmen ergibt sich unter anderen aus den Teststellungen von Gasow[1]) am Eichenwickler.

[1]) Arbeiten der Biologischen Reichsanstalt Bd. 12, 1925.

So darf also aus dieser Tatsache und aus der ökologischen Valenz der beiden Arten geschlossen werden, daß die Zunahme des bekreuzten auf verbesserte Bedingungen während der Flugzeit zurückzuführen ist. Wir haben in dem Verhalten der letzten Jahre nicht das stabilisierte Ende eines räumlichen biozönotisch bedingten Fortschreitens, nicht das Ergebnis der Eroberung eines neuen Lebensraumes in letzter Zeit vor uns, sondern einen klimabedingten zeitlichen Höhepunkt im Massenwechsel, der sich in einem alten Verbreitungsgebiet abspielt und sich wieder ändern kann. Wir sahen ja schon, daß im Sommer 1937 mancherorts das Optimum dem Pessimum gewichen ist. Dafür geben die in den Abb. 10, 12, 13 und 14 wiedergegebenen Werte die nötigen Anhaltspunkte.

Solange die Meteorologie nicht voraussagen kann, welche Feuchtigkeiten in der kritischen Flugperiode zur Zeit der Dämmerung herrschen werden, so lange kann man über die Art des Mottenfluges, über die Individuenzahl des bekreuzten, über das Verhältnis der beiden Arten nichts aussagen. Und vor allem ist auch eine Prognose über ein gleichbleibendes Verhältnis oder über ein Vordringen oder über eine Zu- und Abnahme nicht möglich.

Wirtswechsel von *botrana*.

Da Schwangart die Vermutung ausgesprochen hat, daß *botrana* von Wildpflanzen aus die Rebe besiedelte, wünscht Zillig vom Standpunkt der Praxis eine Klärung dieser Ansicht. „Denn wenn er recht hätte, so könnte demnächst ein anderer auf Wildpflanzen lebender phytophager Kleinschmetterling zu einem gefährlichen Rebschädling werden.“ Dies wäre nichts Besonderes, wenn die Umweltfaktoren es gestatten, die ihn bis jetzt in Schach halten.

Der Fall *Cacoecia costana* erläutert dieses bekannte Wirkungsgesetz treffend (23, S. 748). Der in Mitteleuropa beheimatete und an verschiedenen Sumpfpflanzen lebende Wickler ging 1912 in der Gironde und in den östlichen Pyrenäen sowie fast um die gleiche Zeit in der Pfalz auf die Rebe über. Dies war aber auch nur bei feuchter Kühle in der Nähe von feuchtem Gelände möglich. Die Art verschwand mit Zunahme trockener Witterung von der Rebe, wie sie gekommen war.

Im übrigen ist auch der einbindige Wickler eine autochthone Form, die heute noch fast überall in Deutschland an *Hedera, Cornus, Viburnum, Rhamnus, Ligustrum, Symhoricarpus, Lonicera* gefunden wird und wohl einige Zeit, nachdem die Weinkultur von den Römern nach Deutschland gebracht war, die Rebe als Nährpflanze annahm (siehe die alten Berichte bei 23). Polyphag und einheimisch ist auch der Springwurm (*Oenophthira pilleriana*), der mindestens 12 verschiedene Wildpflanzen besiedelt und auch heute noch zwischen ihnen und der Rebe wechselt. Der Rebstichler

(*Bytiscus betulae*) pendelt zwischen Birne und Rebe hin und her, der Dickmaulrüßler (*Otiorrhynchus sulcatus*) zwischen Unkräutern und Rebe. So steht es mit fast allen Weinbauschädlingen. Zuwanderung zur Rebe und auch Abwanderung ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung, ja die Regel. (Siehe 23, S. 11.) Immer aber müssen die ökologischen Bedingungen für Verschiebungen und Schädlichkeit gegeben sein. Sie öffnen oder schließen die Türe.

Praktische Folgerungen.

Wäre *botrana* eine euryöke Art, so müßte der Weinbau ewig dazu verdammt sein, eine dauernde Bekämpfung durchzuführen. Der Nachweis der empfindlichen Abhängigkeit von den abiotischen Faktoren läßt der Hoffnung Raum, daß durch Änderung des nahörtlichen Klimas in den Weinbergen die Gefährlichkeit der Schädlinge herabgesetzt werden kann, daß aber der Weinbau von der technischen Bekämpfung zu der viel wirksameren und gesunderen Pflanzenhygiene übergehen kann. Es ist notwendig, dieses Problem mit klarer Übersicht zu bearbeiten, da hierdurch auch die Bedenken gegen die Arsenanwendung schwinden würden. Versuche sind eingeleitet.

Zusammenfassung.

1. Für den bekreuzten Traubenwickler (*Polychrosis botrana*) wurde die Schwelle zwischen Aktivität und Inaktivität der Motten durch Freilandbeobachtungen festgelegt. Unter 14° Wärme und hoher Feuchtigkeit liegt die Zone der Flugstille, während der regelrecht keine Eier abgelegt werden. Die Optima streuen zwischen 40—70% Feuchtigkeit und höherer Temperatur. Es wurde somit wertmäßig begründet, daß *botrana* trockene und warme Flugstunden liebt.
2. Gegenüber dem einbindigen Traubenwickler (*Clysia ambiguella*) besteht ein deutlicher Unterschied in den Ansprüchen der Motten an die Witterung. Diese Art hat ihre Optima bei hoher Wärme und hoher Feuchtigkeit.
3. Für die vorliegenden Untersuchungen der ökologischen Valenzen sind nur die meteorologischen Werte des täglichen Fluges der Motten in der Dämmerung brauchbar. Durchschnittswerte treffen nicht die tatsächlichen Verhältnisse.
4. Der allgemeine Eintritt der Flugzeiten ist von der vorausgehenden Witterung und der Reaktionsnorm des Tieres, die genetisch bedingt ist, abhängig, ist also regional bestimmt.

   Die Art des Auftretens wird von der Wärme an den Abenden zur Zeit des Fluges beeinflußt.

   Die Stärke des Auftretens und das Verhältnis der beiden Arten richtet sich nach der Feuchtigkeit innerhalb einer Wärmespanne von etwa 14—28° während der Dämmerung.

5. Der Vergleich von Flugkurven verschiedener Orte des deutschen Weinbaugebietes hat gezeigt, daß das Prozentverhältnis zwischen *botrana* und *ambiguella* örtlich und zeitlich schwankt. Eine gleichmäßige fortdauernde Transgression der ersten über die zweite Art kann nicht festgestellt werden.
6. Aus der ökologischen Valenz und den bisherigen Berichten über das Auftreten des Schädlings ergibt sich, daß Deutschland stets zum Vorbereitungsgebiet von *botrana* gehörte. Heute liegen die Weinbaugebiete Deutschland, Österreich, der Schweiz und fast ganz Frankreich im Massenschadgebiet, Italien im Dauerschadgebiet.
7. Die Ansicht, daß *botrana* aus dem Süden eingeschleppt sei, wird durch Angaben über die ökologische Valenz als nicht begründet betrachtet.
8. *Botrana* ist ein stenöker und empfindlicher Spezialist gegenüber bestimmten Kombinationen von Temperatur und Feuchtigkeit. Das Verhalten in der Gegenwart stellt also nicht das stabilisierte Ende eines räumlichen Fortschreitens oder das endgültige Ergebnis der Eroberung eines neuen Lebensraumes vor, sondern einen zeitlichen Höhepunkt im Massenwechsel, der bei weniger günstigen Bedingungen in ein Pessimum übergehen kann.
9. Die um die Jahrhundertwende erfolgte Zunahme von *botrana* und *ambiguella* ist auf Verbesserung der Witterungsverhältnisse während der Flugstunden zurückzuführen.
10. Wenn *botrana* von Wildpflanzen auf die Rebe übergewandert ist, so stellt dies keine Besonderheit dar, da fast alle heute auf der Rebe vorkommenden Insekten ihre Nährpflanzen wechselten.
11. Die Erkenntnis, daß *botrana* eine stenöke Art ist, läßt die Hoffnung zu, daß es durch Änderung des nahörtlichen Klimas in den Weinbergen gelingen wird, die Gefährlichkeit des Schädlings herabzusetzen.

Benutztes Schrifttum.

Einige hier nicht angeführten Schriften siehe unter 23.

1. Audouin, Histoire des insectes nuisibles à la vigne etc. Paris 1842.
2. Friederichs, Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. 2 Bände. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1930.
3. Janisch, Untersuchungen über die Ökologie und Epidemiologie der Nonne. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt 1933.
4. Kennel, Die paläarktischen Tortriciden. Stuttgart 1921.
5. Klemm, Der gegenwärtige Stand der Frage über die Schädlichkeit des Apfelblütenstechers *(Anthonomus pomorum)*. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 23, 1937, S. 242/243.
6. Klingmann, F., Stellwaag, F., und Sprengel, L., Praktische Versuchsarbeiten zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms von 1926 bis 1929 in der bayer. Rheinpfalz, besonders in den Bezirken Frankenthal und Grünstadt. Verlag Weinbauverein der Rheinpfalz in Neustadt a. d. Hdt. 1930.
7. Schneider-Orelli, Bericht der Schweizer. Versuchsanstalt Wädenswil für 1911 und 1912. Landw. Jahrbücher der Schweiz 1915.

8. Schwangart, F., Über den Rückgang des bekreuzten Traubenwicklers. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft 1911.
9. — — Über die Traubenwickler, I. Teil. Jena, Verlag Fischer, 1910. II. Teil, ebendort 1913.
10. Sprengel, L., Eine Schädlingskatastrophe im pfälzischen Weinbau. Anz. f. Schädlingsk. 1925.
11. — — Massenauftreten und Großbekämpfung des Heu- und Sauerwurms 1925 und 1926 (*Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff.) in der Pfalz. Verhandl. d. deutsch. Gesellschaft f. angew. Entom. 1927.
12. — — Untersuchungen über die Gradation des Heu- und Sauerwurms *Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff.). Problemstellung mit Berücksichtigung prinzipieller Fragen. Zeitschr. f. angew. Entom. Berlin 1927.
13. — — Versuche zur Rationalisierung der Heu- und Sauerwurmbekämpfung im pfälzischen Weinbau. Der deutsche Weinbau 1927, S. 455—460.
14. — — Die Fanggläsermethode zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms. Pfalz-Wein 15, 1927, 686 und 687, 699 und 700.
15. — — Untersuchungen über Zustand und Entwicklung der Eier in den Ovarien geschlüpfter Lepidopteren. Anz. f. Schädlingsk. IV. Jahrg., Heft 3, 1928.
16. — — Studien über die Eiablage des einbindigen Traubenwicklers (*Clysia ambiguella* Hübn.) innerhalb eines Massenfluges. Verhandl. d. deutsch. Gesellschaft f. angew. Entom. 1929.
17. Stellwaag, F., Entwicklung und Stand der Traubenwicklerbekämpfung in der bayrischen Rheinpfalz. Allg. Weinzeitung 40, 1923, 117—119.
18. — — Die Massenbewegung der Traubenwickler im Verhältnis zur Witterung. Anz. f. Schädlingsk. 1925.
19. Stellwaag, F., und Sprengel, L., Großbekämpfung des Heu- und Sauerwurmes in der Pfalz mit staatlicher Unterstützung 1925 und 1926. Pfalz-Wein Nr. 33, 1926.
20. Stellwaag, F., Forschungen über die Epidemiologie des Heu- und Sauerwurms (*Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff.). Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. angew. Entom. 1927.
21. — — Warum tritt der Heu- und Sauerwurm in der Pfalz besonders stark auf? Der Deutsche Weinbau 1927, S. 450—454.
22. — — Epidemiologisch-statistische Untersuchungen für eine rationelle Schädlingsbekämpfung, durchgeführt an den Traubenwicklern. Anzeiger für Schädlingskunde Heft 5, 1928.
23. — — Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1928.
24. — — *Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff. im deutschen Weinbaugebiet. 4. Int. Congr. Entom. Ithaca Vol. 2, 1929.
25. — — Heu- und Sauerwurm. Weinbaulexikon K. Müller. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1930.
26. — — Untersuchungen im Anschluß an die Beobachtung des Falterfluges bei *Clysia ambiguella* Hübn. Anz. f. Schädlingsk. Heft 2, 1933.
27. Witterstein, F., Studien über den Mottenflug des Heu- und Sauerwurms in den Jahren 1933—1935 in Geisenheim a. Rh. Anz. f. Schädlingsk. Heft 3, 1936.
28. Zschokke, A., In der Schrift: Der Heu- und Sauerwurm, Sammlung von Vorträgen. Herausgegeben von der Pfälzischen Kommission zur Bekämpfung der Rebschädlinge. Neustadt a. d. Hdt., Verlag Meininger, 1910.
29. Zillig, Das Vordringen des bekreuzten Traubenwicklers (*Polychrosis botrana* Schiff.) in den deutschen Weinbaugebieten. Arbeiten über physiologische u. angew. Entom. Bd. 4, 1937.
30. Zwölfer, Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 21, 1935, S. 336.

Hausbockuntersuchungen.

(2. Mitteilung.)

Über einen wirksamen Feind des Hausbocks, den Hausbuntkäfer *Opilo domesticus* L.

Von

P. Steiner, Westeregeln.

Holzschutzlaboratorium der Alkaliwerke Westeregeln G. m. b. H.

(Mit 6 Abbildungen.)

Bei der Untersuchung von Dachstühlen findet man des öfteren Balken, die deutliche Spuren von Hausbockbefall zeigen. An der Außenseite der Balken sind alte Fluglöcher zu erkennen und das Holz ist in wechselndem Ausmaß zerstört. Aber nicht immer sind solche Balken noch mit lebenden Hausbocklarven besetzt, obgleich vielfach noch genügend Splintholz vorhanden ist, welches zur Ernährung der Larven geeignet wäre. — Derartige Feststellungen kann man besonders häufig an Gebäuden machen, die ein Alter von 50—100 Jahren und mehr haben.

Wie ist in solchen Fällen das Aufhören des Hausbockbefalls zu erklären? — Die heute in verschiedensten Ländern zu beobachtenden, vom Hausbock verursachten Zerstörungen verbauten Holzes sind sicher auf eine Massenvermehrung dieses Insekts zurückzuführen. Es liegt nahe, Parallelen zu ziehen mit dem Verlauf von Massenvermehrungen bei anderen Insektenarten, die auch plötzlich in ungeheuren Massen auftreten, ihr Schadwerk verrichten, um dann — bisweilen ohne ersichtlichen Grund — wieder zu verschwinden.

In einer seiner letzten Hausbockveröffentlichungen zeigt Escherich (4) verschiedene Möglichkeiten an, die in ursächlichen Zusammenhang mit dem Aufhören bzw. Stillstand von Hausbockschäden gebracht werden können; dort verweist Escherich auch auf die ähnlich liegenden Verhältnisse bei anderen Schadinsekten.

Insektenmassenvermehrungen werden im allgemeinen durch Kräfte geregelt, die zum Teil im Insekt begründet sind (Degeneration u. a.), zum

Teil als schädliche Umweltsfaktoren (Einflüsse der Witterung, Parasiten, Räuber usw.) von außen her wirksam werden.

Können derartige Ursachen vielleicht auch für das Aufhören von Hausbockschäden maßgeblich sein?

Klimatische Verhältnisse.

Ungünstige Beeinflussung der in Massenvermehrung befindlichen Käfer durch Degenerationserscheinungen dürfte wohl nicht in Frage kommen, wenn — wie in oben angeführtem Fall — noch hinreichende Mengen Splintholz zur Verfügung stehen. Ob Epidemien nach Art der Polyederkrankheit der Nonne u. a. auch beim Hausbock vorkommen, ist nicht bekannt. — Unter den von außen einwirkenden Kräften sind von besonderer Wichtigkeit Witterungseinflüsse, die eine Änderung des Klimas und gleichzeitig eine Veränderung der günstigen Lebensbedingungen im Gefolge haben. Daß klimatische Einflüsse von großer Bedeutung für das Hausbockvorkommen und seine Entwicklung sein können, wurde in letzter Zeit verschiedentlich nachgewiesen von Schuch (10), Steiner (11) und Trägårdh (12).

Ich möchte bei dieser Gelegenheit auf die Arbeit von Trägårdh (12) besonders hinweisen, da diesem Autor wohl die Priorität zukommt, durch exakte Beobachtungen die zwischen Hausbockverbreitung und Klima bestehenden Beziehungen aufgedeckt zu haben. Er fand, daß der Hausbockbefall im schwedischen Küstengebiet, dessen Luftfeuchtigkeit und mittlere Jahrestemperatur höher ist als im Binnenland, etwa doppelt so stark war wie in letzterem. Vielleicht ist aber auch die dichtere Besiedlung der Küstenzonen für die Stärke des Befalls ausschlaggebend.

Im oben erörterten Fall des Nachlassens von Hausbockschäden können natürlich nur Änderungen des örtlichen Klimas bzw. des Kleinklimas von Bedeutung sein, denn durch Änderungen der allgemeinen Klimalage, des Großklimas, müßte — abgesehen davon, daß in den letzten Jahrzehnten derartige Änderungen nicht festzustellen waren — der gesamte Hausbockbestand beeinträchtigt worden sein. Man könnte vielmehr im Hinblick auf die Verheerungen, die der Hausbock in den letzten Jahren verursacht hat, eher von einer günstigeren Entwicklung des Klimas sprechen.

Abänderungen des Kleinklimas, insbesondere Veränderungen der vorhandenen Temperaturfeuchtigkeitsbedingungen, wodurch die Entwicklung des Hausbocks ungünstig beeinflußt wird, lassen sich schon leichter herbeiführen, z. B. durch bauliche Veränderungen, wie Anbringen von Wärme saugenden bzw. abweisenden Dächern, oder durch Einbau von Austrocknung fördernden Belüftungen und Eindringen von Niederschlägen verhindernden Dachstühlen.

Eine ungünstige Beeinflussung des Hausbockbefalls durch Änderung der kleinklimatischen Bedingungen kommt sicher des öfteren vor; ob allerdings eine beginnende Übervermehrung hierdurch zum Erlöschen gebracht werden kann, dürfte zweifelhaft sein.

Parasiten.

Dagegen scheint die Wirkung der natürlichen Feinde des Hausbocks im allgemeinen unterschätzt zu werden, trotzdem in der Literatur die verschiedensten Fälle der Vernichtung von Hausbocklarven durch Parasiten beschrieben sind. So nennt Wichmand (13) die Schlupfwespen *Cryptus minator* Grav. und *Ephialtes manifestator* L. als wirksame Feinde des Hausbocks. Wenn in einem Dachbalken 22 Fluglöcher des Hausbocks und 53 Fluglöcher der genannten Schlupfwespenart gezählt wurden, so darf man wohl annehmen, daß die Schlupfwespen allmählich den vorhandenen Hausbockbestand abtöteten.

Eckstein (3) züchtete aus vom Hausbock befallenen Telegrafenstangen Hunderte von kleinen *Rhoptocentrus*-Weibchen, die aus den im Holz vorhandenen Hausbocklarven geschlüpft waren. Der gleiche Autor nennt unter den Schlupfwespen des Hausbocks auch noch die Art *Bracon leucogaster* Ziegl.

Räuber.

Eine erheblich größere Bedeutung für die natürliche Vernichtung des Hausbocks haben offenbar die räuberisch lebenden Larven und Imagines der Cleriden oder Buntkäfer.

Die Cleriden sind als Feinde holzzerstörender Insekten wohl bekannt, doch beschränken sie sich bei der Nahrungswahl keineswegs nur auf die sogenannten „Holzwürmer“; ihre Speisekarte ist, wie unten noch angegeben wird, wesentlich reichhaltiger.

Als typischer und häufig beobachteter Hausbockfeind aus der Cleriden-Gruppe ist der Hausbuntkäfer *Opilo domesticus* (Abb. 1) anzusehen.

Ebenso wie die obengenannten Ichneumoniden kann *O. domesticus* reichlich zur Dezimierung und in manchen Fällen auch zur örtlichen Ausrottung des Hausbocks beitragen. Sicher ist er in vielen unerklärlich

Abb. 1. Hausbuntkäfer, *Opilo domesticus* L., ca. 4mal vergr.

Abb. 2. *Opilo domesticus* - Larve, ca. 5mal vergr.

scheinenden Fällen für das Aufhören von Hausbockbefall in Gebäuden, deren Holzkonstruktionen noch günstige Ernährungsbedingungen für die Hausbocklarven bieten, verantwortlich zu machen.

Zu dieser Überzeugung bin ich durch verschiedene Beobachtungen gekommen. — So ließ ich Anfang 1937 ca. 3 fm vom Hausbock stark angegriffene kieferne Dachbalken aufspalten, um einen Vorrat von Hausbocklarven zu sammeln. An dem Grad der Zerstörung des Holzes gemessen, konnte man damit rechnen, eine Ausbeute von mehreren tausend Larven zu erhalten. Entgegen den Erwartungen betrug die Ausbeute jedoch nur 342 Hausbocklarven verschiedener Größe. Außer den Hausbocklarven wurde aus dem Holz allerdings auch noch eine Anzahl von Hausbuntkäferlarven (*O. domesticus*) gesammelt. Das Verhältnis von Hausbocklarven zu Hausbuntkäferlarven war folgendes:

Probe	Larven vom Hausbock	Hausbuntkäfer	
Nr. 1	163	14	100 : 8,5
Nr. 2	179	23	100 : 12,8
	342	37	100 : 10,8

Wenn auch die Anzahl der *Opilo*-Larven nur ca. 11% der Hausbocklarven betrug, so ist sie für die ständige Verminderung des Hausbockbestandes doch von erheblicher Bedeutung. Während beispielsweise die größeren in Hausbocklarven parasitierenden Schlupfwespen, wie *Ephialtes* und *Cryptus*, nur eine Hausbocklarve zu ihrer Entwicklung benötigen, fällt einer *Opilo*-Larve während ihrer Entwicklungszeit eine ganze Anzahl von Hausbocklarven zum Opfer (Abb. 2).

Auf manchen Gebieten der Schädlingsbekämpfung, vor allem im forstlichen Pflanzenschutz, ist es üblich, vor Anwendung von kostspieligen Bekämpfungsmaßnahmen den Grad der Parasitierung des Schädlings festzustellen. Auf Grund der ermittelten Verhältniszahlen zwischen Wirt und Parasit läßt sich entscheiden, ob schon durch die Parasitierung eine erhebliche Herabminderung des Schädlingsbefalls verursacht wird oder ob weitere Bekämpfungsmaßnahmen notwendig sind.. Die genaue Kenntnis der zwischen Wirt und Parasit bestehenden Wechselbeziehungen ist deshalb bei jedem Großschädling ganz allgemein von erheblicher Bedeutung. Dies trifft in besonderem Maße auch für den alljährlich große Werte vernichtenden Hausbock zu.

Ich habe versucht, durch verschiedene Beobachtungen Näheres über die Wirksamkeit von *O. domesticus* auf den Hausbock zu erfahren; dies auch im Hinblick auf die Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung des Hausbocks durch *O. domesticus*. — Von ähnlichen Erwägungen ließ sich Deckert (1) schon 1929 leiten, als er — angeregt durch die auf Jensen-Storch zurückgehende Beobachtung, daß *O. domesticus* als Feind des Hausbocks in Dänemark wesentliche Bedeutung hat — vorschlug, eine biologische Bekämpfung auf dieser Grundlage aufzubauen. Dieser Gedanke scheint jedoch später wieder fallen gelassen zu sein.

Polyphagie der *Opilo*-Arten.

Es sollte zunächst an einigen Vorversuchen festgestellt werden, ob es gelingt, *O. domesticus*-Larven mit anderer Nahrung als Hausbocklarven großzuziehen. Die Vermutung, daß dies möglich ist, war von vornherein nicht unbegründet, denn Hausbocklarven sind zweifelsohne nicht die hauptsächliche und primäre Nahrung der Larven *O. domesticus*. Die eigentlichen Beutetiere, auf welche *O. domesticus* Jagd macht, sind — wie in der Literatur meist angegeben — Anobien, Pochkäfer, die von *Opilo* in allen Entwicklungsstadien und in großer Zahl gefressen werden. Kemner (6) berichtet z. B. darüber, daß ein *Opilo*-Käfer in einer halben Stunde 5 Imagines von *Anobium striatum* verzehrte. Im übrigen hat sich *O. domesticus* auch insofern diesem Beutetier angepaßt, als die Imagines beider Arten gleichzeitig schlüpfen und so den fraßlustigen *Opilo*-Käfern der Tisch reichlich gedeckt ist.

Es sind aber auch noch andere Insekten bekannt, denen manche *Opilo*-Arten nachstellen. Picard (9) berichtet, daß *Scolytus rugulosus* Ratz. und *S. amygdali* Guer., zwei in Frankreich als Obstbaumschädlinge bekannte Borkenkäfer, von zahlreichen Feinden, darunter *O. domesticus* Strm., heimgesucht werden. Aus dieser Beobachtung geht auch hervor, daß *O. domesticus* Strm. nicht allein als Bewohner in vom Holzwurm befallenen Dachstühlen nützlich wird, sondern auch im Freien an stehenden, gesunden und anbrüchigen Bäumen zu finden ist. An Feigenbäumen wurde *O. domesticus* von dem gleichen Autor beobachtet, wie er erfolgreich auf Larven des Widderbocks, *Clytus pilosus* Forst., Jagd machte. *O. mollis* L., also eine nahe verwandte *Opilo*-Art, stellt nach Feytaud (5) den Bohrkäfern der Gattungen *Apate* und *Sinoxylon* nach. Interessant ist wiederum, daß sich diese *Opilo*-Art keineswegs nur auf das Verzehren von Käferlarven beschränkt, denn nach den Angaben des gleichen Autors gehört *O. mollis* auch mit zu den wirksamen Feinden des Traubenwicklers, *Clysia ambiguella* Hb. und *Polychrosis botrana* Schiff. Die gleiche Feststellung über Vernichtung von Traubenwicklerarten durch *O. mollis* machte auch Dobrodeev (2) in Rußland. — Als letztes sei noch angeführt, daß *Oberea linearis* L., der Linienbock, nach Angaben von Paillot (8) in Südfrankreich den Räubereien von *O. pallidus* Ol. ausgesetzt ist.

O. domesticus und ganz allgemein die *Opilo*-Arten halten sich in der Auswahl ihrer Beutetiere also nicht streng an einige wenige Arten, sondern stellen außer Klopfkäfern auch Bohr- und Borkenkäfern, verschiedenen Bockkäfern und sogar Schmetterlingsarten nach.

Diese polyphage Veranlagung erleichtert die künstliche Zucht von *O. domesticus* außerordentlich, denn Anobien- oder Hausbocklarven sind in den für eine *Opilo*-Zucht erforderlichen Mengen wohl kaum zu beschaffen.

Zuchtmethoden.

Über technische Einzelheiten der Opilo-Larvenzucht folgendes: In rechteckige Holzklötzchen von 15 × 3 × 3 cm wurde an einer Seite ein etwa 8 cm langer und 4 mm breiter Gang eingeschnitzt; in diesem Gang, der nach oben mit einem Objektträger zu verschließen war, wurden die *Opilo*-Larven mit verschiedenen zum Fraß bestimmten Insekten zusammengesetzt.

Hausbocklarven, die man in die Gänge der Holzklötze setzte, wurden sofort von den *Opilo*-Larven angenommen, ohne Unterschied ob es sich um gesunde oder verletzte Larven handelte. An Stelle von Hausbocklarven wurden später nicht näher bestimmte Bockkäferlarven von ca. 20 mm Länge, die aus einem vermulmten, in der Erde steckenden Holzpfahl gesammelt waren, den *Opilo*-Larven vorgesetzt. Nach anfänglichem Widerstand gegen den unbekannten Angreifer ermüdeten die Bockkäferlarven offenbar sehr schnell und wurden von den *Opilo*-Larven ausgesogen (Abb. 3 und 4).

Da in der Folgezeit weder die besagten Bockkäferlarven noch Hausbocklarven zur Verfügung standen, wurden Mehlmottenlarven (*Ephestia kühniella* Zell.) verfüttert. Die *Opilo*-Larven nahmen auch die Mehlmotten gern an und saugten sie ebenso wie größere Bockkäferlarven derart aus, daß von ihnen nichts als ein vertrocknender Hautsack übrig blieb.

In einem weiteren Versuch wurde eine Mehlwurmlarve (*Tenebrio molitor* L.) mit einer *Opilo*-Larve zusammengesetzt. Da auf vom Hausbock befallenen Dachstühlen vielfach auch *Tenebrio*-Larven und -Käfer gefunden werden, wurde angenommen, daß auch sie vielleicht zu den Beutetieren der *Opilo*-Larven gehören. Dies trifft jedoch anscheinend nicht zu, da der harte Chitinpanzer den Mehlwurm gegen Angriffe durch *Opilo* schützt. Die *Opilo*-Larve wurde in diesem Versuch von dem Mehlwurm totgebissen.

Abb. 3. *Opilo domesticus* - Larve und junge Hausbocklarve. ca. 5mal vergr.

Da mir während der Versuchszeit Schweineläuse (*Haematopinus suis* L.) zur Verfügung standen, wurden auch hiervon 2 Stück mit einer *Opilo*-Larve zusammengesetzt. Zu meiner Überraschung wurden auch diese Insekten angenommen und innerhalb 24 Stunden ausgesogen.

Weitere Fütterungsversuche konnten nicht mehr angestellt werden, da sich die zur Zucht angesetzten *Opilo*-Larven verpuppt hatten.

Wenngleich es sich bei den Fütterungsversuchen auch nur um orientierende Vorversuche handelt, so geht aus ihnen doch hervor, daß es möglich ist, *Opilo*-Larven in künstlicher Zucht bei Verfütterung von insbesondere Mehlmottenlarven bis zum Käfer durchzuzüchten. Dagegen gelang es mir noch nicht, die *Opilo*-Käfer zur Begattung und Eiablage zu bringen. — Da die Cleriden als Vollkerf bekanntlich Pochkäfer, Borkenkäfer u. a. jagen, ist anzunehmen, daß sie wie manche andere Insekten erst einen Reifungsfraß durchmachen müssen, bevor sie fortpflanzungsfähig werden. — Diese Überlegung außer acht lassend, setzte ich die frisch geschlüpften *Opilo*-Käfer in Petrischalen zusammen. Der Erfolg war jedoch nicht wie erhofft, denn am nächsten Morgen war in den Zuchten nur noch jeweils ein Käfer am Leben, während der andere mit abgebissenem Kopf bzw. Abdomen tot in der Schale lag; es hatte also ein Artgenosse den anderen getötet.

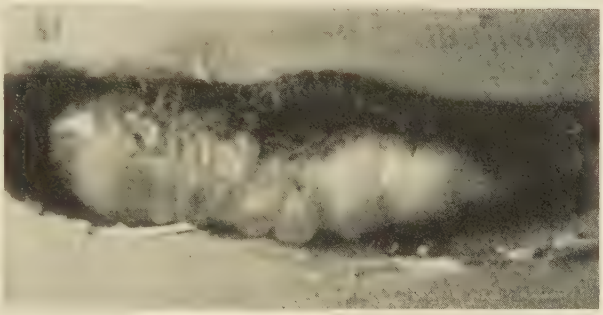

Abb. 4. *Opilo domesticus* - Larve an einer großen Bockkäferlarve, ca. 4mal vergr.

Soll die *Opilo*-Zucht von Erfolg sein, so muß dafür gesorgt werden, daß den *Opilo*-Jungkäfern geeignete Nahrung zur Verfügung steht. Am einfachsten wäre es natürlich, wenn man einen größeren Vorrat von *Anobien*-Käfern vorrätig hätte. Da dies jedoch nur selten zutrifft, müßte versucht werden, mit leichter züchtbaren Vorratsschädlingen, wie Kornkäfer, Brotkäfer oder verschiedene Sorten von Diebkäfern, zum Ziele gelangen. — (Brotkäfer, *Sitodrepa panicea*, wurden bei mir in einem Versuch gern von *Opilo*-Käfern gefressen.)

Wenn es gelänge, auf diese Weise die Käfer zur vollen Entwicklung und Eiablage zu bringen, so bestehen meines Erachtens keine Schwierigkeiten, unter Verfütterung von Mehlmottenlarven *Opilo*-Zuchten erfolgreich durchzuführen und mit dem gezüchteten Material einen Versuch zur biologischen Bekämpfung von Hausbock und Anobien zu machen (Abb. 4).

Angriffstechnik der *Opilo*-Larven.

Es seien nunmehr einige biologische Beobachtungen mitgeteilt, zu denen die *Opilo*-Zuchten Gelegenheit boten. Zunächst konnte in den künstlichen Gängen beobachtet werden, wie der Angriff der *Opilo*-Larven erfolgt. Versuchsanordnung war folgende:

An das Ende eines ca. 5 cm breiten Beobachtungsganges wird eine Hausbocklarve gesetzt, hinter welcher der Gang mit Holzmehl etwa 1 bis 2 cm fest verschlossen ist. Hinter diesem Holzmehlverschluß wird eine *Opilo*-Larve eingesetzt.

Die *Opilo*-Larve bohrt sich meist schnell durch die festgepreßte Holzmehlmasse und gelangt an die am anderen Ende eingesperrte Hausbocklarve. Sobald die Hausbocklarve die Annäherung der *Opilo*-Larve bemerkt, versucht sie, sich im Gang so zu drehen, daß sie ihrem Gegner Kopf gegen Kopf gegenübersteht, während das Abdomen geschützt im geschlossenen Gangende liegt. Gelingt es der Hausbocklarve rechtzeitig, diese Kehrtwendung auszuführen, so ist der Angriff der *Opilo*-Larve für eine Zeitlang unmöglich gemacht; denn letztere hütet sich vorsichtigerweise zwischen die klobigen Mandibeln einer größeren Hausbocklarve zu geraten und hält sich deshalb bei so geänderter „Gefechtslage" in zweckmäßiger Entfernung von dem ausgesuchten Opfer. Ist der Gang so weit, daß er nicht ganz von der Breite der Hausbocklarve ausgefüllt wird, so krümmt sich die Hausbocklarve U-förmig ein, indem sie Kopf und Abdominalende zusammenlegt und den Gang auf diese Weise gänzlich verschließt. Hat die Hausbocklarve keine Gelegenheit mehr, die Kehrtwendung rechtzeitig zu vollziehen, so greift die *Opilo*-Larve meist nicht das ungeschützte Hinterende der Hausbocklarve an, sondern kriecht unter dieselbe und beißt sich an deren Bauchseite etwa in der Körpermitte fest. Der Körper der Hausbocklarve wird dabei gegen die obere Wand des Ganges gedrückt, so daß das Opfer festgeklemmt liegt und nicht mehr entweichen kann. Alle Hausbock- bzw. größeren Bockkäferlarven wurden auf diese Weise von kleineren *Opilo*-Larven überwältigt, auch wenn der Angriff zunächst durch Frontstellung der Bockkäferlarven abgeschlagen schien. In solchen Fällen war es der *Opilo*-Larve über Nacht immer gelungen, die Hausbocklarve von unten anzugehen, so daß letztere am nächsten Morgen schon tot oder zwar noch lebend, aber gänzlich widerstandslos über der *Opilo*-Larve lag.

Interessant war auch zu beobachten, wie kleinere Opfer, z. B. Mehlmottenlarven, von der *Opilo*-Larve angenommen wurden. Hier versucht die *Opilo*-Larve nicht — wie bei größeren Bockkäferlarven — unter ihr Opfer zu kommen, sondern erfaßt es am Hinterende oder an der Körpermitte und krümmt sich dann so weit ein, daß sie mit ihren Abdominalgabeln das angebissene Opfer gegen ihre Mundwerkzeuge preßt und sich so noch fester in den Körper des Opfers verbeißt.

Diese Angriffstechnik ist natürlich nur dort möglich und notwendig, wo es sich bei den angegriffenen Insekten um Arten handelt, die nicht in Bohrgängen im Holz oder sonstigen engen Schlupfwinkeln leben; denn an solchen Stellen kann einerseits der Gegendruck durch Anpressen des Opfers an die Wand erzeugt werden, andererseits ist dort meist nicht genügend Raum vorhanden, daß die *Opilo*-Larve den Hinterleib einkrümmen kann.

Diese Art der Angriffstechnik scheint mir darauf hinzuweisen, daß die *Opilo*-Larven auch freilebenden Insektenformen nachstellen, also nicht allein auf die im Holz lebenden Insekten angewiesen sind. Im übrigen scheint die Funktion der Abdominalgabeln, bei der Überwältigung des Opfers mitzuhelfen, noch nicht bekannt zu sein. Der Besitz von Abdominalgabeln ist in vielen Fällen sicher ein Hinweis für die räuberische Lebensweise mancher Insektenlarven (vgl. Kunike [7], Getreidenager *Tenebrioides mauritanicus* L., der in den Gespinstklumpen der Mehlmotte lebt, im übrigen aber als Feind von Brot- und Kornkäferlarven bekannt ist).

Häutung.

Hat die *Opilo*-Larve eine größere Hausbock- oder sonstige Bockkäferlarve aufgefressen, so liegt sie nach einer solchen ausgiebigen Mahlzeit birnenförmig angeschwollen unter der vertrocknenden Haut des Opfers und häutet sich meist nach einigen Ruhetagen, während welcher die aufgenommene Nahrung verdaut wird. An größere Bockkäferlarven konnten ohne Gefahr, daß sie sich gegenseitig anfielen, auch gleichzeitig zwei *Opilo*-Larven angesetzt werden.

Die *Opilo*-Larven, welche zu den Versuchen zur Verfügung standen, befanden sich fast alle im letzten Larvenstadium. Nur bei einer etwas kleineren Larve konnte die Häutung zum letzten Stadium beobachtet werden. Die Häutung erfolgte hierbei 8 Tage nach der letzten Fütterung.

Puppenruhe.

Die beginnende Präpupalzeit äußerte sich durch Einstellen der Nahrungsaufnahme und meist ruheloses Umherkriechen der Larven. Um letztere auch während der Präpupalzeit und der Puppenruhe ohne Störung beobachten zu können, wurden sie in kleine, ihrer Größe entsprechende Wiegen gesetzt, die in der oben beschriebenen Art mit Glasscheiben zugedeckt wurden. — Diese Wiegen (Abb. 5) wurden allerdings nur in seltenen Fällen als Verpuppungsort angenommen. Meistens nagten sich die Larven zwischen Glasscheibe und Holz durch, um sich selbst einen geeigneten Verpuppungsort zu suchen. Am leichtesten ließen sich die Larven in Korkstücken zur Verpuppung bringen, in die sie kleine Verpuppungshöhlen nagten. Man setzt die *Opilo*-Larven am besten einzeln zur Verpuppung ab, denn es kam des öfteren vor, daß frische *Opilo*-

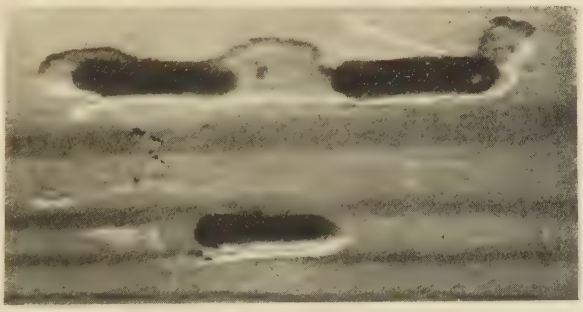

Abb. 5. Künstliche Verpuppungswiegen für *Opilo*-Larven, ca. 1,5mal vergr.

Puppen von *Opilo*-Larven, die noch nicht ganz verpuppungsreif waren, aufgefressen wurden. Das Durchnagen von Holzklötzchen bestätigt im übrigen auch die zunächst etwas unwahrscheinlich anmutende Mitteilung Kemners (6), daß *Opilo*-Larven Holz angreifen können, und daß die kleinen Bohrmehlhäufchen auf von Anobien befallenen Balken und Dielen vielfach nicht von Anobien, sondern von *Opilo*-Larven ausgeworfen werden. Nach Kemner ist *Opilo* aus diesem Grunde auch nicht als 100prozent. nützliches Insekt anzusprechen. — Einige Larven nahmen im Gegensatz zu der Mehrzahl die künstlichen Wiegen als Verpuppungsgelegenheit an. Von diesen Larven wurden die beiden Enden der Wiege mit Holzgenagsel etwas ausgepolstert. Eine andere Larve, die in einem mehrere Zentimeter langen Gang zur Verpuppung belassen wurde, errichtete in dem Gang eine dünne, aus Sekret und Genagsel bestehende Querwand, so daß auch hier eine ihrer Größe entsprechende Puppenwiege entstand (Abb. 6).

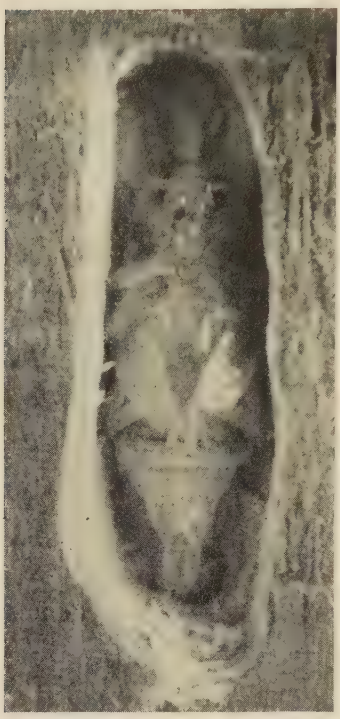

Abb. 6. *Opilo domesticus*-Puppe in künstlicher Puppenwiege, ca. 6mal vergr.

Während des Präpupalstadiums liegen die *Opilo*-Larven steif in den Wiegen. Der Körper verengt sich hinter dem Kopf halsartig und wird dunkel, während die dahinterliegende Partie etwas anschwillt und wegen des durchscheinenden Fettgewebes hellfarbiger aussieht.

Die Dauer der Präpupalzeit betrug bei Zimmertemperaturen um 20° C ca. 2—3 Wochen. — Über die Dauer der Puppenruhe konnten folgende Zahlen ermittelt werden: Bei konstanten Temperaturen von 24° C: 13—14 Tage; bei 17° C: 17 Tage; bei wechselnden Zimmertemperaturen um 20° C: 18 Tage. Die Jungkäfer färbten sich nach 2—3 Tagen aus.

Die Käfer scheinen ziemlich langlebig zu sein. Ein Käfer konnte ca. 10 Wochen am Leben erhalten werden.

Literatur.

1. Deckert, Hausbockbekämpfung in Dänemark (Anz. f. Schädlingsk. Nr. 3. S. 39, 1929).
2. Dobrodreev, A. J., *Clysia ambiguella* Hb. und *Polychrosis botrana* Schiff. und Methoden zu ihrer Bekämpfung nach dem neuesten Stand der Forschung. (Mem. of the Bureau of Ent. of the Scient. Comm. of the Central Board of Land Administr. and Agric., Petrograd, XI, Nr. 5, 1915, russisch.)
3. Eckstein, K., Neues aus der Lebensgeschichte des Hausbockes. (Anz. f. Schädlingsk. Nr. 11, S. 8—11, 1934.)

4. Escherich, K., Der Hausbock und seine Bekämpfung. (Holzhandelsblatt 20. Jahrg., Nr. 50, S. 1 u. 2, München 1937.)
5. Feytaud, J., Les ennemies naturels de l'Endemis et de la Conchylis. (Rev. Zool. agric. et appl. XXIII, Nr. 3, S. 66, 73, 1924, Bordeaux.)
6. Kemner, N. A., Die wirtschaftlich bedeutungsvollen holzbohrenden Anobiiden. (Medd. fran Centralanst. för Jordbruksförsök, Nr. 109, Stockholm, Entom. Avdeln Nr. 19, 1915, 43 S., schwedisch.)
7. Kunike, G., Vorratsschädlinge und ihre Bekämpfung. (Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtsch., Flugblatt 62/63, 1937.)
8. Paillot, A., Un cerambycide parasite des noyers [*Oberea linearis* L.] (Ann. Epiphyt., XIX, Nr. 6, 368—379, 1934, Paris).
9. Picard, F., Sur deux Scolytides des Arbres fruitiers et leurs Parasites (Bull. Soc. Path. Vèg. France, Paris VII, no 1, 1921, S. 15—20).
10. Schuch, K., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Larve des Hausbockkäfers, *Hylotrupes bajulus* L. (Zeitschr. f. angew. Entomolog. XXIII, S. 547—558, 1937.)
11. Steiner, P., Hausbockuntersuchungen. 1. Mitteilung. — Über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Eistadium und Bemerkungen zur Biologie der Imago. (Zeitschr. angew. Entomolog. XXIII, S. 531—546, 1937.)
12. Trägårdh, J., De trägnagande insekternas skadegörelse i vara byggnader. (Byggmästaren, no 15 allmänna uppl. 10, S. 83—92, Stockholm 1935.)
13. Wichmand, H., *Hylotrupes bajulus* L. in Dänemark. (Anz. f. Schädlingsk. S. 13 bis 16, Nr. 1, 1931.)

Entwicklungsdaten, Bekämpfbarkeit und Schadensbedeutung der San-José-Schildlaus (Aspidiotus perniciosus Comst.).

Von

Dr. **Otto Watzl.**

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.)

Die folgenden kurzgefaßten Mitteilungen ergaben sich aus fünfjährigen Studien über die San-José-Laus in Österreich. An diesen Studien haben sich andere Fachbeamte unserer Anstalt beteiligt, so besonders die Herren Reg.-Rat Dr. K. Miestinger (Winterspritzversuche 1932/33 und Phänologie) sowie Dr.-Ing. F. Beran (Blausäure- und Spritzversuche). Die ausführlichen Versuchsprotokolle und Übersichten liegen an der Bundesanstalt für Pflanzenschutz.

Entwicklungsdaten (Phänologie).

Im folgenden soll bedeuten:

„1a" das Stadium der ganz jungen, noch freibeweglichen und unbeschildeten (!) weiblichen oder männlichen Junglarven;
„1b" jenes der ebenfalls noch vor der ersten Häutung stehenden, doch schon mit einem (weißen bezw. schwärzlichen) Schild versehenen Junglarven;
„2" das Stadium der weiblichen Larven nach der ersten Häutung (noch ohne Vagina);
„3a" das Stadium der unreifen, noch keine Embryonen tragenden Weibchen nach der zweiten Häutung;
„3b" jenes der trächtigen Weibchen;
„W" Wintergeneration;
„S" Sommergeneration.

Vorkommen in den Monaten: Das bereits früher mitgeteilte Entwicklungsschema (Lit. 11) [1]) erfährt durch weitere Beobachtungen aus Österreich einige Erweiterungen hinsichtlich der Erscheinungsdaten. Folgende Stadien wurden in den einzelnen Monaten lebend angetroffen.

[1]) Hinweis auf das rückwärtige Literaturverzeichnis.

Jänner bis März: Sicher lebend nur schwärzlich beschildete 1b (Überwinterungsstadium!). Bisweilen fanden sich allerdings noch saftige Weibchen (3), die sich aber bei mikroskopischer Betrachtung zumeist als schon tot erwiesen; nur in einigen wenigen Fällen konnte keine sichere Entscheidung über den Zustand solcher Läuse gefällt werden. Die aus Ungarn (irrtümlich?) gemeldete regelmäßige Überwinterung lebender Weibchen (3) trifft also für Österreich nicht oder höchstens ausnahmsweise zu.

April: Hauptsächlich 1b mit schwärzlichem Schild, daneben oft schon 2, beide der W (Wintergeneration) angehörig.

Mai: Der erste Monat, in dessen Verlauf alle Stadien auftreten können! In erster Hälfte zumeist 2 und 3a, oder auch schon 3b, alle der W. ausnahmsweise aber auch schon 1a der S (Apfelbäumchen, Südsteiermark, 28. Mai 1934).

Juni: Der Monat des normalen Larvenauslaufes der S! Die überwinterten Tiere sind 3, und zwar teils noch 3a, teils schon 3b. Die ersten 1a der S gibt es meist schon etwa Mitte Juni, manchmal (so nach einem kühlen Frühjahr wie 1933) aber erst in der zweiten Monatshälfte; in dieser oft auch schon 1b mit weißem bezw. schwärzlichem Schild!

Juli: die W ist ausgestorben. Von der S gibt es hauptsächlich 1b und 2. Verspäteter Larvenauslauf (1a) kommt wohl nicht mehr häufig vor; die gegen Ende des Monats auf Mustern aus Ungarn gefundenen 1a dürften schon der nächsten Generation angehört haben.

August: Es können alle beschildeten Stadien der S gefunden werden, ab Monatsmitte öfters auch schon 1a und 1b der neuen W. Bisweilen finden sich an einem Fundort schon alle Stadien nebeneinander.

September: Oft gibt es alle Stadien nebeneinander! Von der S kommt noch 2 und besonders 3 vor, von der W hingegen 1a und 1b.

Oktober: 1b (Überwinterungsstadium) beginnt vorzuherrschen; daneben gibt es noch häufig 1a der W (andauernder Larvenauslauf). Die S ist noch oft durch 3, selten durch 2 vertreten.

November: Wenig Änderung! 3 der S und 1a der W werden seltener. Ob jene Läuse, welche in 2 angetroffen wurden, als zurückgebliebene Individuen der S oder als nach der ersten Häutung stehende Larven einer nächsten, infolge der Winterfröste nicht zur Vollendung kommenden Generation aufzufassen sind, kann nicht entschieden werden.

Dezember: 1b der W ist stark in Vorherrschaft. 1a der W findet sich nur mehr bei günstigem, warmem Wetter und bis zum Eintritt strengeren Frostes, welcher auch alle 2 und 3 abtötet.

Die fertigen Männchen der San-José-Laus, die vermutlich nach 4 Häutungen ausgebildet sind, erscheinen nach unseren Beobachtungen etwa gleichzeitig mit den fertigen Weibchen (3a), die ja nur 2 Häutungen hinter sich haben. Die einzelnen Vorstadien werden also von den männlichen Läusen rascher durchlaufen als von den weiblichen.

Jahresunterschiede: Die auch schon in vorstehender Monatsübersicht zum Ausdruck kommenden Schwankungen im Erscheinen der einzelnen Entwicklungsstadien sind teilweise durch die Witterungsunterschiede der einzelnen Jahre bedingt; diese Schwankungen bewegten sich im Rahmen von etwa 3 Wochen. Beispielsweise fanden sich in bestimmten Versuchsgärten bei Wien die ersten 1a im Jahre 1933 (Temperatur unternormal; Monatsmittel April — 1.0 °, Mai — 0,4 °, Juni — 1,7 ° C) erst am 27. Juni. Dagegen begann der Larvenauslauf 1934 (Temperatur stark übernormal; Mittel April + 3,2 °, Mai + 2,4 °, Juni + 0,1 ° C) gleichen Orts schon am 8. Juni.

Örtliche Unterschiede wirkten sich in ähnlicher Weise aus. So waren z. B. Mitte August 1935 und 1936 die Weibchen auf Mustersendungen aus Floridsdorf (Wien, XXI) durchwegs noch unreif (3a), während gleichzeitig am Südfuße des nahegelegenen Bisamberges schon Larvenauslauf (1a) stattfand.

Winterspritzversuche.

Ausführung: In vier stark verseuchten Privatgärten in der Nähe der Wiener Stadtgrenze. Die in den Gärten stehenden befallenen Obstbäume und Beerensträucher waren von der sonst behördlich verfügten Vernichtung ausgenommen und mit Einverständnis der Besitzer unserer Anstalt zu Versuchszwecken zur Verfügung gestellt worden. Gespritzt wurde teils nach dem Laubfall im Spätherbst (meist Ende November oder anfangs Dezember), teils erst im Spätwinter (spätestens etwa Mitte März) in der für solche Winterspritzungen vorgeschriebenen Weise, doch reichlicher als gewöhnlich; auch der Wurzelhals der Pflanzen wurde mitbehandelt! Die Kontrolle auf Wirksamkeit der Spritzungen erfolgte einige Monate später, doch vor Mitte Juni, durch Untersuchung zahlreicher einzelner Läuse. Bei den Kontrollen der Versuche 1932/33 allein wurden von Herrn Dr. Miestinger und mir über 33 800 San-José-Läuse untersucht.

Versuchsübersicht: In 5 Wintern ab 1932/33 wurden insgesamt 113 Versuchsreihen und Einzelversuche, meist mit mehreren Mitteln an einigen gleichartigen Pflanzen (jüngeren Obstbäumen oder Ribiselsträuchern) bezw. an einzelnen größeren Bäumen ausgeführt. Im ganzen kamen 22 Winterspritzmittel zur Erprobung.

Obstbaumkarbolineen: Unter elf erprobten Marken ergaben vier der Normaltype in 15—20 %, sowie zwei der Schweröltype in 10 % stets, d. h. bei allen mit diesen Mitteln ausgeführten Spritzungen, restlose Abtötung. Die 4 Normalkarbolineen waren, alphabetisch geordnet, folgende:

„Arbodrin-einfach“ (F. Joh. Kwizda, Korneuburg),
„Bol-K“ (Groß, Busseti & Co., Wien, XVII),
„Dendrin“ (R. Avenarius, Wien I),
„Deteer“ (V. C. F. Kreidl, Heller & Co., Wien, XXI).

Die beiden Schwerölkarbolineen hießen in alphabetischer Reihenfolge:

„Arbodrin-doppelt" (F. J. Kwizda, Korneuburg),
„Neodendrin" (R. Avenarius, Wien I).

Bemerkenswert ist ein Spritzversuch an einem äußerst stark befallenen Birnbaum (Stamm mit zusammenhängender Kruste von Schilden!), wobei die 10prozent. Emulsion eines Schwerölkarbolineums völlig durchschlagend wirkte und keine nennenswerte Pflanzenschädigung hervorrief. Restlose Abtötung der Läuse wurde aber auch öfters bei niedrigeren Konzentrationen der obigen Marken beobachtet; der Durchschnittserfolg mit 10prozent. (Normaltype!) bezw. 5prozent. (Schweröltyp!) Emulsion betrug immer noch über 90 %. Auch mit den übrigen Marken von Obstbaumkabolineum konnten beachtliche, wenn auch geringere Erfolge erzielt werden.

Aus der bekannten Zusammensetzung der erprobten Karbolineumsmarken konnte geschlossen werden, daß zu einer 100prozent. Wirksamkeit bei einem Karbolineum der Normaltype mindestens eine so hoch konzentrierte Emulsion angewendet werden muß, daß sie enthält: 1. mehr als 14 % an Gesamtölen, 2. mehr als 10 % an Ölfraktionen mit Siedepunkt über 220 ° (vgl. Lit. 15).

Mineralöl-Spritzmittel. Unter sieben bisher erprobten Winterspritzmitteln dieser Gruppe hat ein „Shell Winter Spray" englischer Herkunft (Technical Products, Ldt., London) bei 10—12 % die Schildläuse restlos abgetötet; es war nur im Spätwinter angewendet worden und hat hierbei keine sichtbaren Pflanzenschädigungen verursacht. Leider kommt dieses Mittel wegen seines hohen Preises für Österreich kaum in Betracht. Zwei andere Mittel erscheinen ihrer insektiziden Wirkung nach aussichtsreich und wird deren Erprobung in gewissen Belangen derzeit noch fortgesetzt. Es sind dies: das „Mineralölspritzmittel" der Fa. Avenarius (Wien, I) und ein „Shell Winter Spray" benanntes inländisches Erzeugnis der Shell-Floridsdorfer Mineralölfabrik (Wien. XXI); beide in 6 % meist durchschlagend wirksam!

Schwefelkalkbrühe: Ziffernmäßig erprobt wurde in einer Versuchsreihe eine Brühe von 20 ° Beaumé in dreifacher Verdünnung (Spritzung am 17. März 1933. Kontrolle im Mai), wobei eine bloß 93.3prozent. Abtötung (vgl. Lit. 1, 2 und 5) der schon vor der Bespritzung auf den Bäumen vorhandenen San-José-Läuse beobachtet wurde (vgl. auch Lit. 7). Nach Literaturangaben (siehe Fulmek u. a. Lit. 8 und 4) sowie uns zugekommenen Berichten scheint die Behandlung mit Schwefelkalkbrühe aber auch eine gewisse vorbeugende Wirksamkeit gegen die Ansiedlung noch freibeweglicher Junglarven (Stadium 1a) auf der Rinde zu besitzen.

Tabakseifenbrühe (steirisches Rezept): Mit einer Spritzlösung von 20 % Schmierseife + 3 % Tabakextrakt (von 7 % Nikotingehalt) konnte eine gute, aber nicht sicher durchschlagende Wirkung erzielt werden.

Pflanzenschäden wurden vor allem durch Ölspritzmittel (Karbolineen, Mineralölpräparate) häufig hervorgerufen; dieselben traten meist bloß als teilweise „Verbrennungen" der Knospen, seltener in größerem Umfange auf. Wegen geringerer Schädigungsgefahr sind gegen die San-José-Laus bei Obstbaumkarbolineen Spätherbstspritzungen der Spätwinteranwendung solcher Mittel vorzuziehen (vgl. Lit. 6). Bei Mineralölspritzmitteln scheint es sich anders zu verhalten (Frostgefahr?); andererseits können letztere im Spätwinter noch zu einem verhältnismäßig späten Zeitpunkte schadlos angewendet werden.

Anwendung auf die Praxis: Wegen der Gefährlichkeit der höheren Konzentrationen (20 bezw. 10 %) von Obstbaumkarbolineum für die behandelten Pflanzen begnügt man sich in Österreich bei Schutzspritzungen (in der Umgebung der Lausherde) in der Regel mit der Anwendung einer der genannten Marken in bloß 15 % (Normaltype) bezw. 8 % (Schweröltype). In anderen Fällen, insbesondere bei verhältnismäßig späten Anwendungsterminen im Spätwinter werden Mineralölspritzmittel (vgl. den bezüglichen Abschnitt) vorgezogen. Da die angewendeten Konzentrationen im allgemeinen zur völligen Ausrottung nicht genügen, wird eine ergänzende Spritzung mit Schwefelkalkbrühe in Winterkonzentration kurz vor dem Aufbrechen der Knospen empfohlen.

Endergebnisse: Durch regelmäßige Winterspritzungen mit erprobten Mitteln kann die San-José-Laus verhältnismäßig leicht so niedergehalten werden, daß sie nicht mehr schadet. Eine völlige Ausrottung derselben durch Spritzmittel ist bei bloß einzelnen befallenen Pflanzen unschwer, in größeren verseuchten Obstbeständen aber — wegen der Ungenauigkeit der meisten Spritzungen in der Praxis — nur sehr schwer zu erreichen.

Sommerspritzversuche.

Durch die Versuche (Juli 1933) sollte die Bekämpfbarkeit beschildeter San-José-Läuse (Stadien 1b und 2) durch Sommerspritzmittel erprobt werden. Vor allem lag es nahe zu versuchen, ob die altbewährten nikotin- oder seifenhaltigen Sommerspritzmittel in höheren Konzentrationen wirksam wären. Sämtliche derartige Lösungen, soweit solche von mir angewendet wurden, haben sich nun als ganz oder fast wirkungslos erwiesen. Die Lösungen enthielten:

Schmierseife (neutral), zum Teil bis zu 16 % (!), so bei einer Leinölschmierseife mit einem Fettsäuregehalt von 55 %;

Tabakextrakt (Nikotingehalt etwa 9 %) bis 12 %, bei Zusatz von $^1/_{10}$—$^1/_4$ % Lysol; ferner Tabakextrakt bis 8 %, bei Zusatz von $^1/_3$—$^1/_2$ % Schmierseife;

Tabakextrakt und Schmierseife (beide wie oben) zu gleichen Gewichtsteilen, bis je 6 %; Tabakextrakt, Schmierseife und Spiritus zu gleichen Teilen, bis je 5 %.

Ebenso versagte das anerkannte Blutlausbekämpfungsmittel „Olanigan" in 20 %.

Mineralölspritzmittel (vgl. Lit. 3) erscheinen aussichtsreicher, sind aber für die Praxis meist wohl zu teuer. Gute Wirkung zeigten bei je einem Versuch: „Shell Sommer Spray" (Technical Products, Ldt., London) in 8 % sowie „Albolineum-special" (nach Angabe der Erzeugerfirma Cooper, McDougall & Robertson, Ldt., Berkhamsted, hergestellt aus „Albolineum" und „Polvosol" im Verhältnis 10 : 1) in 4,4 %. Da diese Versuche nur an einigen wenigen schwächer befallenen Bäumchen ausgeführt werden konnten, sollen die gewonnenen Ergebnisse noch nicht verallgemeinert werden.

Begasungsversuche mit Blausäure.

Ausführung: Unsere Anstalt hat 1933 und 1934 Freilandsbegasungen befallener Obstbäumchen mit Hilfe übergestülpter Zeltplachen bezw. dichter Begasungskisten sowie auch Kammervergasungen (in sogenannten Gaskammern) ausgeführt. Zur Blausäureentwicklung dienten Calcidtabletten und Zyklon, beide beigestellt von der Firma Jencic & Co. (österreichische Generalvertretung der Deutschen Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung in Frankfurt a. M.) sowie zum Teil auch Kaliumzyanid („Zyankali"). Bei den Versuchen haben verschiedene Fachbeamte unserer Anstalt sowie die Nieder-Öst. Landeslandwirtschaftskammer in dankenswerter Weise mitgewirkt (vgl. Lit. 12 und 14).

Für die Beurteilung der Begasungen ist die Ermittlung der während des Versuches tatsächlich herrschenden Gaskonzentration von größter Wichtigkeit. Hierzu wurde bei unseren Versuchen ein Apparat verwendet, der von Beran[1]) beschrieben worden ist.

Zeltbegasungen: 5 Versuche, an befallenen Standbäumchen (Birnen), vier davon am 27. März, einer am 24. Juli 1933, haben keine 100prozent. Abtötung der San-José-Läuse bewirkt, da die tatsächlich erreichte Blausäurekonzentration infolge der Plachenundichtigkeit nur etwa 0,2 Vol.-% im Mittel, bei 14—17 ° C und ½- bis 1½stündiger Dauer, betrug.

Begasungen mit Kisten, die zu den Versuchen aus Sperrholzplatten eigens verfertigt und mit Papier abgedichtet worden waren, verliefen erfolgreicher (14. bezw. 24. Juli 1933). Bei den elf einstündigen Begasungen an Standbirnbäumchen wurden tatsächlich Konzentrationen von 0,2—0,5 Vol.-% im Mittel, bei 15—30 ° C erzielt. Zwei Begasungen mit 0,5 % und eine Begasung mit 0,4 % ergaben restlose Abtötung der Läuse; von den übrigen 8 Versuchen mit 0,2—0,3 % konnte zwar in 6 Fällen eine durchschlagende, in 2 Fällen aber nur eine nicht ganz vollständige Wirkung erreicht werden.

Kammerbegasungen in einem verputzten Ziegelbau wurden am 29. März 1934 an aus der Erde genommenen Obstbäumchen mit Zy-

[1]) Zeitschrift „Obst". Wien 1933, S. 207.

klon bezw. Calcid ausgeführt. Bei den sechs ein- bis zweistündigen Begasungen betrugen die tatsächlichen Gaskonzentrationen 0,3 bis 2,0 Vol.-% im Mittel. Von den mehr oder minder frostgeschädigten Bäumchen (aus Ungarn) wurde ein Teil in fester Verpackung (Schilf), die übrigen unverpackt begast. Während letztere bei der Kontrolle ausnahmslos nur tote San-José-Läuse aufwiesen, zeigte von den in Verpackung behandelten Bäumchen ein einziger noch Befall durch lebende Läuse (in größerer Zahl!). Das Ergebnis war, daß eine einstündige Begasung mit 0,5 %, bei 11,5—16 ° C, bei unverpacktem, nicht aber bei verpacktem Pflanzenmaterial ausreichte, um einen 100prozent. Erfolg zu erzielen. Wir sind damit zu ähnlichen Schlüssen gekommen wie der ungarische Pflanzenschutzdienst, an dessen Versuchen Dr. Miestinger unserer Anstalt teilnehmen konnte.

Pflanzenschäden: Von den 1933 erfolgreich ausgeführten Begasungen an Standbäumchen unter Kisten führten jene, welche tagsüber (14. Juli) vorgenommen worden waren, zu völligem Laub- und zum Teil auch Fruchtabfall. Dagegen zeigten jene Bäumchen, welche nachts (24. Juli) begast worden waren, bloß teilweises Schwarzwerden junger Triebspitzen.

Weiters wurden von den Herren Dr. Fischer und Dr.-Ing. Beran unserer Anstalt, im Einvernehmen mit Herrn Hofrat Löschnig der Nieder-Öst. Landeslandwirtschaftskammer am 27. März 1934 einige Kammerbegasungen an unbefallenen Bäumchen vorgenommen, um die Gefährlichkeit der Blausäure für noch in Winterruhe befindliche Holzgewächse zu erproben. Die Begasungen (0,6—1,0 Vol.-%, 1 Stunde, 11 ° C) führten bei 0,6—0,8 % zu nur geringeren, bei 1,0 % zu starken Pflanzenschäden.

Endergebnisse: Zur restlosen Abtötung der San-José-Läuse an Obstbäumchen ist im allgemeinen die einstündige Einwirkung einer Blausäurekonzentration von 0,3—0.5 Vol.-% erforderlich: hierzu eignet sich sowohl das Calcid-, als auch das Zyklonverfahren. Begasungen begrünter Standpflanzen führten bei nächtlicher Ausführung und 15 bis 20 ° C zu nur geringen Pflanzenschäden. Kammerbegasungen mit 0.5 %, an unverpackten Pflanzen in Winterruhe und bei mindestens 11 ° C vorgenommen, führten zu vollen Erfolgen ohne Pflanzenschädigung.

Schadensbedeutung.

Vorkommen der San-José-Laus: Starker Befall fand sich bisher nur in Landesteilen mit milderem Klima, so vor allem in den für Weinbau geeigneten „pontischen" Vegetationsgebieten (Niederösterreich vom Ostrand des Wiener Waldes nach Osten, ein Großteil des Burgenlandes mit Ausnahme der Gebirgsgegenden, kleine Teile von Steiermark). In rauhen Lagen wurde die San-José-Laus nur spärlich und meist in unbedeutendem Ausmaße beobachtet.

Vermehrung: Stärker als jene der in Österreich heimischen „gedeckelten" Schildläuse, ist die Vermehrung der San-José-Laus doch durch mehrere Umstände in verhältnismäßig engen Grenzen gehalten:

1. Es gibt nur 2 Generationen jährlich; 2. durch strengere Winterfröste gehen alle jene Läuse ein, welche sich nicht in dem in unserem Klima allein überwinterungsfähigen Stadium 1b (mit schwärzlichem Schild versehene Junglarve) befinden; 3. die Anzahl der von einem Weibchen hervorgebrachten Nachkommen ist nach Beobachtungen nicht so hoch wie in heißeren Ländern (z. B. Kalifornien).

Ausbreitung der Art ist — abgesehen von der Verschleppung mit befallenen Pflanzen oder deren Teilen — nur durch die noch nicht festsitzenden Junglarven (Stadium 1a) möglich. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die verschiedenen Ausbreitungsmöglichkeiten nicht in dem bei Entdeckung der Schildlaus in Österreich gefürchteten Maße wirksam sind (siehe Wahl, Lit. 13).

So geht die aktive Ausbreitung infolge des geringen und langsamen Kriechvermögens der 1a nur auf ganz kurze Strecken, z. B. bei gegenseitiger Berührung der Baumkronen, vor sich. Die passive Übertragung der 1a durch Wind, Arbeitskleider, Vögel, Insekten u. a., die gelegentlich auch auf größere Entfernungen stattfinden könnte, wirkt sich selten und dann nur langsam aus, weil meist nur einzelne Läuse übertragen werden. Hingegen ist die passive Verschleppung mit befallenen Pflanzen oder mit Pflanzenteilen (z. B. Edelreiser) besonders bedeutungsvoll, weil sie in allen Stadien der Laus erfolgen und sich auch auf große Entfernungen auswirken kann. In der Tat sind seinerzeit viele Befallsherde nachweisbar auf dem Wege der Baumeinfuhr aus dem Auslande zustande gekommen. Weniger leicht kommt es zur Ausbreitung der Laus durch befallene Früchte (z. B. Kernobst). Vertrocknen oder Faulen befallener Pflanzenteile führt sehr bald auch zum Absterben der auf ihnen sitzenden San-José-Läuse.

Bekämpfbarkeit: Die San-José-Laus kann durch Spritzmittel leichter bekämpft werden als z. B. die Blutlaus, weil letztere in ihren Verstecken unter der Erde oder in Rindenritzen kaum zu erreichen ist. Andererseits allerdings ist die San-José-Laus sehr schwer aufzufinden (so z. B. besonders auf der Pfirsichrinde, am Wurzelhals von Beerensträuchern usw.), während die Blutlaus sommers durch ihre Wachsausscheidungen auffällt.

Anpassungsfähigkeit: In ähnlicher Weise, wie die einheimische Große oder Zwetschkenschildlaus (*Eulecanium corni* Bé), befällt die San-José-Laus alle Obstarten und viele andere Pflanzen. Diese große Anpassungsfähigkeit ist die einzige Eigenschaft, welche diese Laus unter Umständen zu einem gefährlicheren Schädling, als z. B. die Blutlaus des Apfelbaumes, machen könnte.

Schädigungen der Wirtspflanzen: Die befallenen Pflanzen — Holzgewächse, wie Kernobst, Johannisbeeren, Pfirsich, Zwetschke, Pflaume, Ringlotte, Kirsche, seltener Marille, Stachelbeere, Rebe (vgl. Lit. 13, Seite 47) oder Zierpflanzen u. a. — lassen bei schwachem Befall überhaupt keinen meßbaren Schaden erkennen. Stärker besiedelte Obstbäume — der Befall ist meist an Stamm oder unteren Ästen am größten — bleiben im Wachstum zurück und ver-

krüppeln später; die Rinde wird geschädigt, frostempfindlich und leicht rissig, befallene Früchte können verkrüppeln. Aber selbst bei völligem Fehlen einer Bekämpfung kommt es jahrelang nicht zum Absterben der befallenen Obstbäume, die in der Regel wohl erst dann eingehen, wenn sie durch hinzukommende Frosteinwirkungen stark geschädigt wurden. Ein etwas rascheres Absterben, zunächst einzelner älterer Triebe, nach einigen Jahren wohl auch ganzer Pflanzen, konnten wir bei stark befallenen Johannisbeersträuchern beobachten, besonders in heißen, für diese Pflanzen wenig geeigneten Lagen. Die durch die San-José-Laus in unserem Klima hervorgerufenen Schädigungen der befallenen Pflanzen sind also nicht größer als jene, welche durch einheimische Hauptschädlinge bewirkt werden können.

Auswahl aus neuerer Literatur.

a) Übersee (Auszüge in „The Review of applied Entomology" Vol. XXI—XXIV).

1. Worthley, H. N., „Some Tests of Spray Materials against San José Scale at the Pennsylvania State College". In: Pennsylvania St. Hort. Ass. News IX, p. 22, 1932.
2. Anonymus, „Insect Pests in New Mexico in 1931—32". In: 43rd Ann. Rep. New. Mex. Agric. Expt. Sta. 1931—32, p. 38.
3. Rolfe, W. A., „San José Scale. Winter Spraying Experiments at Shepparton". In: J. Dept. Agric. Vict. XXI, p. 324. Melbourne 1933.
4. Gentner, L. G., & Norris, R. K., „Dormant Sprays and their Use for the Control of Insect Pests of Fruit Trees in the Rogue River Valley". In: Sta. Bull. Oregon agric. Exp. Sta. p. 55, 1933.
5. Anonymus, „Entomology". Bull. Idaho agric. Exp. Sta. p. 40, 1934.
6. Hartzell, Harman & Reed, „Some recent Developments in Regard to Tar Destillate and Tar-lubricating Oil Sprays". In: J. econ. Ent. 28, p. 263, 1935.
7. Strong, L. A., „Report of the Chief of the Bureau of Entomology and Plant Quarantine, 1935". Washington, D. C., U. S. Dep. Agric., 1935.

b) Österreich.

8. Fulmek, Dr. L., „Die San José-Schildlaus (*Aspidiotus perniciosus* Comst.) in Mitteleuropa". In: Neuh. a. d. Geb. des Pflanzensch. 1932, Mitt. 1 u. 2.
9. Wahl, Bruno, „Die San-José-Laus *(Aspidiotus perniciosus)* und deren Auftreten in Europa". V. Congr. internat. d'Entom. Paris 1932.
10. Wahl, Hofr. Dr. B., „Einschleppung der San José-Schildlaus in Mitteleuropa". In: Wiener Landw.-Ztg. Nr. 22, 1932 (Wien).
11. Watzl, Dr. O., „Beobachtungen über den Lebenslauf der San José-Schildlaus in Mitteleuropa". In: Die Landeskultur Nr. 3, 1934 (Wien).
12. Jencic, Dr. A., „Bekämpfung der San José-Schildlaus auf Freilandbäumen mit Calcid-Blausäure". In: Gartenzeitung Nr, 7, 1934 (Wien).
13. Wahl, Dr. B., „Erfahrungen über die San José-Schildlaus". Nachrichtenbl. f. d. D. Pflanzenschutzdienst 15. Jg., S. 40 u. 47, 1935.
14. Löschnig, „Der gegenwärtige Stand der San José-Schildlausbekämpfung mit Blausäure". In: Die Landwirtschaft Jg. 1935, S. 51 (Wien).

c) Ungarn.

15. Fari, Ing. L., & Fari, Mme. L., „On the treatment of fruit-trees with carbolineum and on the control of the San José scale". In: Mezögazdas. kutatás 7, S. 78. Budapest 1934 (ungarisch mit englischer Zusammenfassung).

Die Lebensweise von Evetria turionana Hb. var. mughiana Zell. und Beobachtungen über andere an der Zirbe lebende Kleinschmetterlinge.

Von

M. Seitner †.

Aus dem Nachlasse von Hofrat Prof. Ing. M. Seitner herausgegeben.

Von

Erwin Schimitschek.

(Mit 6 Abbildungen.)

Im Nachlasse meines verehrten Lehrers M. Seitner fand sich ein Entwurf seiner Studienergebnisse über die an der Zirbe in den österreichischen Alpenländern lebenden Kleinschmetterlinge. Insbesondere hatte sich Seitner in jahrelangen Freilanduntersuchungen während der Zeit seines Ruhestandes von 1930—1936 mit der Klärung der Lebensweise von *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell., beschäftigt. Der letzte Entwurf zur Veröffentlichung dieser Studienergebnisse aus der Hand Seitners stammt vom 23. März 1936, wurde also genau zwei Monate vor seinem Ableben am 23. Mai 1936, niedergelegt.

1. *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell.

„Mit dem Namen *Evetria* (*Grapholita*) *turionana* Hb. wird der namentlich dem Forstmann in einem Kiefernrevier hinlänglich bekannte 16—20 mm spannende Kiefernknospenwickler bezeichnet, dessen gelbbraune Raupe die Endknospen, mit Vorliebe die Mittelknospe junger 6—12jähriger Kiefern aushölt und sich nach erfolgter Überwinterung im April des folgenden Jahres in der mit einem feinen weißen Gespinst ausgekleideten Knospenhöhlung verpuppt. Die Flugzeit und Eiablage erfolgt Ende April bis Mai. Die Entwicklungsdauer ist eine einjährige.

1868 hat Zeller über die in Hochflächen der Alpen an der Krummholzkiefer lebende *Grapholita turionana* var. *mughiana* berichtet, die sich durch ein dunkleres Braun der Vorderflügel, somit nur wenig in der Färbung von *turionana* unterscheidet, so, daß die Aufstellung einer selb-

ständigen Art nicht gerechtfertigt schien. Über Lebensweise und Entwicklung dieser neuen Abart hat Zeller aber keine Mitteilung gemacht.

Bei meinen vielfachen Wanderungen in den Alpen hatte ich nicht nur Gelegenheit var. *mughiana* in der Krummholzkiefer des öfteren festzustellen, sondern auch die Wahrnehmung zu machen, daß sie ebenso häufig auf der Zirbe lebt und dieser im östereichischen Alpenlande verbreiteten Holzart in innigster Lebensgemeinschaft angepaßt ist. Ich habe den genannten Falter, dessen Bestimmung Hofrat Prof. Dr. Rebel vorzunehmen die Güte hatte, vornehmlich auf die Klärung seiner Naturgeschichte hin beobachtet und in dieser Hinsicht bedeutende Abweichungen gegenüber der Stammart feststellen können.

Zum besseren Verständnis des Nachfolgenden muß vorausgeschickt werden, daß die Flugzeit in die Monate (Mai) Juni und Juli fällt, die jederzeit sehr wanderlustige Raupe erst einen ausgiebigen Triebfraß und danach abschließend Knospenfraß verübt und daß die Entwicklungsdauer eine zweijährige ist.

Ferner sei vermerkt, daß nach Beobachtungen am 20. Mai 1930 auf der Turracher Höhe (1800 m), die bestentwickelten jungen Zirbentriebe zu dieser Zeit schon eine Länge von 10—12 cm, aber noch keine abgesetzte Endknospe hatten. Die Nadeln stecken noch in den Scheiden. Am hergestellten Querschnitt erwies sich das Dickenwachstum für 1930 schon weit vorgeschritten. Ansonsten war aber der Großteil der Zirben in der Entwicklung noch stark zurück.

Endlich muß zum Zwecke einer richtigen Beurteilung der in ihrem äußeren Aussehen sehr wechselnden Fraßbilder neben der Verschiedenalterigkeit der Raupen auch der zeitlich verschiedene Zustand des laufenden Jahrestriebes, ob noch in der Entwicklung befindlich oder schon verholzt, berücksichtigt werden. — Im ersteren Falle stellt sich eine Verkürzung des Triebes und insbesonders seiner Nadeln, im letzteren dagegen nur Verfärbung einiger Spitzennadeln ein.

Zeitlicher Ablauf der Entwicklung.

Die Flugzeit, von Höhenlage und Himmelsrichtung abhängig, fiel im Beobachtungsgebiete Turracher Höhe in Kärnten, 1700—1900 m Meereshöhe, in die Monate (Mai) Juni und Juli. In gleicher Höhenlage am Zirbitzkogel, Steiermark, konnten Ende Juni 1930, dann am Patscherkofel bei Innsbruck im Juli 1933 noch leicht Puppen gefunden werden. Der Falter, dessen Leben sich vielfach in den oberen Kronenpartien abspielt, macht sich, zum mindesten vom Boden aus beurteilt, wenig bemerkbar und nicht allzuhäufig gelingt es einen einzelnen Schmetterling oder gar ein Pärchen in Kopula festzustellen.

Die Eiablage, die jedenfalls einzeln erfolgt, ist niemals zur Beobachtung gekommen. Es ist aber mit einer gewissen Berechtigung zu vermuten, daß sie am laufenden Jahrestrieb stattfindet.

Auch über die Dauer der Embryonalentwicklung können sichere Angaben nicht gemacht werden; es wird jedoch angenommen, daß sie in etwa 2 Wochen abgeschlossen erscheint.

Raupenleben und Raupenfraß. Dem Wandertrieb, welcher der Raupe eigen ist, gehorcht schon das junge Räupchen. Dem eben geschlüpften Tierchen obliegt es, sich den Ort des Einbohrens am Triebe selbst zu wählen. Solche wandernde Raupen wurden wiederholt auch in den von alten Raupen verlassenen Behausungen gefunden, in denen sie planlos herumirrten.

Der Ort des Einbohrens in den Trieb ist bei Früh- und Späträupchen ein verschiedener. Regel ist, daß die Frühräupchen sich in den jungen

Abb. 1. Trieb- und Nadelverkürzung durch den Raupenfraß von *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell. Zirbe. Folgen des Frühräupchenfraßes.

Abb. 2. Trieb- und Nadelverkürzung als Folge des Raupenfraßes von *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell. Zirbe. Folgen des Fraßes der Frühräupchen.

Jahrestrieb einbohren. Der feine, einen halben Millimeter weite Fraßgang beginnt oft am Grunde des neuen Jahrestriebes und führt bis in die Knospe (Abb. 1—3). Häufig erwies sich im September dieser Fraßgang aber schon wieder verlassen, mitunter auch noch ein ebenso angelegter auf einem benachbarten Triebe. Ausnahmen von der eben erwähnten Regel kommen vor, wenn den erscheinenden Frühräupchen in Entwicklung stehende Triebe noch nicht zur Verfügung stehen, sie bohren sich dann spitzenseits in vorjährige Triebe ein.

In der zweiten Jahreshälfte (Juli) erscheinende Räupchen (Späträupchen) bohren sich ausnahmslos am distalen Ende des bereits fertig gebildeten Triebes ein bis zweieinhalb Zentimeter unter dessen Endknospe ein (Abb. 4 und 5).

Allen Einbohrungen ist reichliche, oft mit Raupenkot versehene Harzansammlung an der Einbohrstelle gemeinsam.

Wenn das Räupchen in einem solchen Spitzenteile endgültig seßhaft geworden ist, so wird der erstmalig angelegte sehr feine Gang, immer wieder

Abb. 3. Harzausfluß an der Einbohrstelle der Frühraupe von *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell. Der neue Jahrestrieb und seine Nadeln sind durch den Raupenfraß im Wachstum stark gehemmt (verkürzt). Zirbe.

Abb. 4. Harzaustritt an der Stelle des Einbohrens des Späträupchens, am distalen Ende des fertiggebildeten Triebes. *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell. Zirbe.

rückwärtsgehend, allmählich auch breiter gefressen. Hier überwintert das Räupchen, denn in seinem Anfangsteile, nahe dem Einbohrloche findet sich der Gang zum Schutz gegen Harzausfluß mit einem Gespinst ausgekleidet und nach außen mehr oder weniger abgeschlossen.

Einbohrungen in den laufenden noch unfertigen Jahrestrieb und der mehrere Zentimeter lange Markröhrenfraß in demselben nach dem distalen Ende hin, bewirken eine Verkürzung des Triebes (Abb. 1—3) und besonders seiner Nadeln (Abb. 1—3). Die Nadelverkürzung kann so weit gehen, daß die Nadelspitzen eben noch aus den Scheiden herausstehen.

Je zeitlicher im Jahre Einbohrung und Fraß erfolgten, desto deutlicher sind die erwähnten Wachstumshemmungen. Häufig macht sich auch eine Verfärbung der Nadeln bemerkbar. Der Fraß der Frühräupchen im Spitzenteile der vorjährigen und der Späträupchen in heurigen, aber schon fertig ausgebildeten Trieben kann dagegen weder Trieb noch Nadelverkürzungen verursachen. Rötung einiger Spitzen der Nadeln ist aber die Regel.

Es muß betont werden, daß die Ersteinbohrung der jungen Räupchen oft nur für kurze Zeit berechnet ist. Häufig erwies sich z. B. im September

der erste $^1/_2$ mm weite, zentrale, bis in die Knospe führende, von Spätraupchen angelegte Fraßgang, schon wieder verlassen, mitunter aber auch ein ebenso angelegter auf einem benachbarten Triebe. Sobald aber das Räupchen einmal seßhaft geworden ist, so wird dann der Gang in der vorhin geschilderten Weise nach der Eingangsöffnung zu verbreitert. Hier erfolgt auch die Überwinterung.

Diese erstmalig überwinternden Räupchen haben im Mai des zweiten Kalenderjahres eine Länge von 6—7 mm. Im zweiten Kalenderjahre vollzieht sich das Hauptwachstum der Räupchen. Das Fraßbild in dieser Zeit ist ein recht verschiedenes.

Hat das junge Räupchen in seinem Überwinterungsgange die Endknospe insoweit unbeschädigt gelassen, daß sich dieselbe im Frühjahr weiter entwickeln kann, so ist in der Regel dieser neue Trieb Gegenstand des Raupenfraßes. Anderenfalls bezieht die jederzeit sehr wanderlustige Raupe einen anderen in der Entwicklung begriffenen Trieb, sich an seinem Grunde in denselben einbohrend. In beiden Fällen wird ein recht verschiedener und selbst bis 6 cm langer in der Markröhre verlaufender Gang ausgefressen (Abb. 6). Die Einbohrstelle ist stets durch eine auffällige Harz-

Abb. 5. Einbohrstelle von *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell. unter der Knospe des fertig ausgebildeten Triebes. Zirbe.

Abb. 6. Markröhrenfraß durch die Raupe von *Evetria turionana* Hb. var. *mughiana* Zell.

ansammlung, oft durch Harz verklebte Nadeln gekennzeichnet. Durch das Einbohrloch wird zunächst auch der Raupenkot hinausbefördert. Es ist erwiesen, daß die Raupe ihren Fraßkanal erst in einer gewissen Länge herstellt, um ihn, wiederholt zurückgehend, zu verbreitern. Besonders lange Gänge weisen zur Regelung des Luftwechsels auch 1—2 Luftlöcher auf. Über die bei solchen jungen Trieben entstehenden Wachstumsstörungen durch recht verschiedene Kürzung und oft auch Verfärbung der Nadeln, ist schon früher gesprochen worden.

Es hat sich bisher nicht bestätigt, daß die älteren Raupen im zweiten Lebensjahr ihren im Frühjahr im neuen Trieb begonnenen Fraßgang bis zum Herbst beibehielten um in dessen Endknospe zu überwintern und im 3. Kalenderjahr dort zur Verpuppung zu schreiten. Auch die Raupe des zweiten Jahres macht nämlich von ihrem Wandertrieb ausgiebigen Gebrauch, bohrt sich wahrscheinlich wiederholt in frische, aber schon verholzte Triebe hinein, denn von der Raupe verlassene Fraßgänge bezw. Triebe sind eine sehr häufige Erscheinung.

In diesen vorübergehend bewohnten Trieben wird der Raupenkot, der sonst bei der Auswurfsöffnung hinausbefördert wird, am distalen Gangende, oft selbst in der mehr oder weniger ausgehöhlten Knospe, angehäuft.

Für die erwähnte Unrast der Raupe nun folgende Belege. Ein direkter Beweis ist die versuchte Einbohrung eines 7 mm großen Räupchens am Grunde eines unverholzten Triebes, wo es infolge zu reichlichen Harzausflusses erstickt aufgefunden wurde (Turracher Höhe, 26. Juni 1932). Ein weiterer Beleg für das Wandern im Bereiche eines und desselben Triebes, war ein 8 cm langer Terminaltrieb einer Jungzirbe mit stark verkürzten aber grünen Nadeln. Der an seiner Basis vorgefundene $2^1/_2$ cm lange, ziemlich breite Gang war von der Raupe verlassen. Dagegen war das distale Ende des Triebes in einem ebenso breiten und 3 cm langen Gang bis in die Knospe hinein ausgefressen und von einer vollwüchsigen Raupe bewohnt, die voraussichtlich dort überwintern wollte (Turracher Höhe, 9. September 1930). Auf einer 1,2 m hohen im Schirmbereiche einer Altzirbe stockenden Jungzirbe war aus einem befallenen Triebende, wie die steckengebliebene frische Puppenhülle dargetan hat, eben der Falter ausgeflogen. Die Raupe konnte nur vom alten Baume stammen, denn die Jungzirbe, die genau untersucht wurde, war sonst vollständig rein (Turracher Höhe, 14. Juni 1932). Trotz diesen vielfachen Wanderungen der älteren Raupe ist es aber niemals geglückt, eine solche außerhalb des Fraßobjektes lebend anzutreffen, weshalb wohl die Annahme zulässig erscheint, daß sich das Wandern zur Nachtzeit abspielt.

Im Juli des zweiten Kalenderjahres sind die Raupen etwa 10—11 mm lang. Die allmählich ihrer Vollwüchsigkeit entgegengehenden Tiere sind nur darauf bedacht, sich passende Überwinterungsstätten zu suchen. Nach den bisherigen Erfahrungen bohren sich dieselben am distalen Ende eines schon verholzten diesjährigen Triebes etwa 2—3 cm unter der Endknospe

ein. Der zentral ausgefressene 4 mm breite Gang führt in die Knospe, die nun ebenfalls ausgehöhlt wird. Äußerlich ist dieser Befall nur kenntlich durch ausgetretenes Harz und die Verfärbung einiger Spitzennadeln.

Von jetzt ab ist nun bei den überwinternden Raupen die wichtige Unterscheidung zu machen, und zwar zwischen solchen, die von einer zeitlichen Eiablage herrührend, die Vollwüchsigkeit schon erreicht haben und solchen die sie, vielleicht auch infolge kleiner Entwicklungsstörungen noch nicht besitzen. Für die erstgenannten bedeutet das zweite Winterquartier unter einem auch den Verpuppungsort; sie ergeben im darauffolgenden Frühjahr die ersten Falter.

Die Verpuppung vollzieht sich in der ausgehöhlten Knospe, deren Innenwandung zum Schutze gegen das andringende Harz mit einem festen Gespinst ausgekleidet ist. Die Verpuppung selbst erfolgt in gestürzter Lage, d. h. mit dem Kopfe nach der Auswurfsöffnung zu gerichtet. Dem Falter wird das Schlüpfen erleichtert unter Beihilfe der bekannten auch bei anderen *Evetria*-Arten auf dem Rücken der Hinterleibsringe befindlichen Dörnchenreihen. Die aus der Auswurfsöffnung hervorragende leere Puppenhülle verrät noch längere Zeit hernach das glücklich vollzogene Falterauskommen. Ein um diese Zeit knapp unter der Auswurfsöffnung durch den befallenen (vorjährigen) Trieb geführter Querschnitt läßt zwei Jahresringe erkennen.

Anders verhält es sich mit den Raupen, die kurz nach der Überwinterung die Vollwüchsigkeit erreichen. Sie verlassen im Frühjahr ihr zweites Winterquartier, und zum letztenmal wandernd, bohren sie sich 2—3 cm unter der Endknospe in den laufenden, seine Entwicklung eben zum Abschluß gebrachten Trieb zum Zwecke der Verpuppung ein. Die kleine Endknospe ist in wenigen Tagen ausgehöhlt und mit Gespinst ausgekleidet, und es erfolgt die Verpuppung, wie schon früher beschrieben. Der reichliche Harzausfluß in der Umgebung der Knospe überhaupt, bewirkt eine ziemliche Verdickung des Triebendes und wie im vorhergehenden Fall haben alle Nadeln ihre natürliche Länge; einige die Knospe umgebende Spitzennadeln sind verfärbt. Nach einer Puppenruhe von annähernd 14 Tagen erscheint der Schmetterling. Ein um diese Zeit knapp unter dem Einbohrloche hergestellter Querschnitt durch den Trieb läßt nur einen Jahresring erkennen.

Eine genaue Durchsicht aller eingesammelten vom Falter verlassenen Triebe hat ergeben, daß $^1/_3$ derselben den Raupen der ersten Kategorie, $^2/_3$ hingegen jenen der zweiten Kategorie, zuzuzählen war.

Beschreibung der Raupe. Kopf und Nackenschild glänzend schwarz, letzteres durch eine helle Mittellinie geteilt; sein Vordersaum gerade und heller. Kopf am Hinterrande vor dessen Mitte grubenförmig vertieft; von hier zwei nach vorne divergierende Nähte verlaufend und in die Basis des Clypeus einmündend. Dieser braun, am Vorderrand mit schwarzer Zone, rückwärts in der Mitte mit hellem Fleck. Fühler mit

gelbem 2. Gliede, dessen Spitze hell. Thorax und Hinterleib gelbbraun, matt; Unterseite etwas heller. Afterschild schokoladebraun, unregelmäßig hell gesäumt. Raupe 16füßig; Brustbeine 3gliedrig, außenseits schwarz. Bauchfüße, Kranzfüße. Stigmen: neun; je eins am Prothorax und den ersten Hinterleibssegmenten.

Entwicklungsdauer. Es war durchaus nicht leicht, die Lebenszüge des Schädlings in allen Belangen klarzulegen. Selbst die wichtige Frage nach der Entwicklungsdauer ließ infolge der aus der langhinausgezogenen Flugzeit abgeleiteten Ungleichaltrigkeit der Raupen manche Zweifel übrig, die erst mit der allmählich gewonnenen Erkenntnis, daß das Wachstum der Raupe ein langsames ist und daß das Ende Mai festgestellte gleichzeitige Vorkommen von Puppen und 7 mm langen Raupen mit der langhinausgezogenen Flugzeit allein nicht begründet werden könne, zum Schwinden gebracht wurden. Die zweijährige Entwicklungsdauer fand dann ihre Bestätigung in den Ergebnissen der nach den einleitend vorgebrachten Grundzügen durchgeführten Analyse von Fraßobjekten aus der Zeit Ende Juli mit Raupen von 11 mm Größe. Sie hatten sich als Jungräupchen im Vorjahre spitzenwärts in den schon fertiggebildeten Trieb eingebohrt und nun nach nochmaliger Überwinterung an anderem Orte erst im kommenden Jahre den Falter ergeben. Die überdies eben im Herbste häufigen kleinen Räupchen sprechen ebenfalls für eine zweijährige Entwicklungsdauer.

Vorkommen. *V. mughiana* ist eine ausgesprochen alpine Form und ständige Begleiterin der Zirbe und Krummholzkiefer in allen Höhenlagen von 1450—2000 m und darüber. Der Wickler ist am Zirbitzkogel, im sogenannten Nockgebiet (Turracher Höhe und Flattnitz), in den Niederen- und Hohentauern (Gößnitztal), dann in Tirol im Oetz- und Stubaital an der Zirbe zur Beobachtung gekommen, und es ist nicht daran zu zweifeln, daß er im großen Zirbenvorkommen Österreichs nirgends fehlen wird. Seine innige Anpassung an die Umweltbedingungen des rauhen Hochgebirges rechtfertigt die Annahme, *v. mughiana* als autochthon im Zirbenwalde, daher auch im Kampfgürtel des Waldes, und an der Krummholzkiefer hinzustellen. Nach allen bisherigen, übrigens schon mehrjährigen Beobachtungen, war ein häufiges oder gar Massenauftreten des Wicklers niemals wahrzunehmen. Er war überall an der Zirbe zu finden, ohne indes über ein verzettelt spärliches Auftreten hinauszureichen.

Parasiten. Als häufigster Parasit ist der Braconide *Amicroplus infirmus* Nees. anzuführen, der sich immer in Mehrzahl, oft 12 Stück und mehr in einer Raupe entwickelt. Seine Flugzeit war im Juni, und sein Opfer sicherlich eine Raupe, die sonst um die gleiche Zeit einen Schmetterling geliefert hätte. Die Bestimmung des Parasiten erfolgte durch Prof. Dr. Fahringer."

Zusammenfassend stellt Seitner die Lebensweise der *V. mughiana* folgendermaßen dar:

„Entwicklungsdauer zweijährig.

Flugzeit der Hauptsache nach (Mai) Juni und Juli (August).

Raupenleben: Erstes Einbohren der Jungräupchen verbunden mit Wanderung immer in den laufenden Trieb. Handelt es sich um ein Frühräupchen, dessen Einbohren in den noch unfertigen Trieb, also während der Triebentwicklung vor sich geht, so erfolgt Trieb- und Nadelverkürzung (Abb. 1—3). Das Späträupchen bohrt sich spitzenweise in den schon fertigen Trieb ein, es erfolgt nur Harzaustritt (Abb. 4 und 5) und Rötung der Spitzennadeln, aber keine Nadelverkürzung.

Überwinterung. Die erste Überwinterung der Raupe erfolgt in der Spitze des laufenden Triebes, wobei die Endknospe oft zerstört wird. Ist die Knospe des befallenen Triebes unbeschädigt geblieben, dann wird im kommenden Jahre der Fraß in den wachsenden Trieb hinein fortgesetzt. Der Fraß ist kenntlich durch Nadelverkürzung (Abb. 1—3). Ist aber die Knospe zerstört worden, so wandert die Raupe im Frühjahre aus und bohrt sich am Grunde eines anderen, wachsenden Triebes ein; es erfolgt Nadelverkürzung. Dieser Triebfraß (Markröhrenfraß) im zweiten Jahre ist sehr ausgiebig, manchmal 6 cm lang (Abb. 6). Größe der Raupen um Jahresmitte ca. 11 mm. Die Vorbereitungen zur zweiten Überwinterung der Raupe bestehen wieder im Wandern und auswählen eines neuen Triebes, dann in spitzenwärts vor sich gehender Ganganlage bis in die Knospe, hier erfolgt die zweite Überwinterung.

Bei diesen, zum zweiten Male überwinternden Raupen ist nun die Unterscheidung zu machen, ob schon Vollwüchsigkeit erreicht ist oder nicht. Sind die Raupen schon vollwüchsig, dann ist der Überwinterungsort gleichzeitig auch Verpuppungsanlage (Gruppe A).

Jene überwinternden Raupen dagegen, die erst im Frühjahr, nach erfolgter Überwinterung vollwüchsig werden, verlassen den Überwinterungsort, wandern und bohren sich Anfang Juni in eine Triebspitze ein, höhlen die Knospe aus und verpuppen sich hier (Gruppe B). Die Nadeln sind verkürzt und spitzenseits gerötet.

Abschließend sei es mir noch gestattet, auf die übrigen an der Zirbe als Nährpflanze lebenden Kleinschmetterlinge, soweit ich sie aus eigener Anschauung kennen zu lernen die Gelegenheit hatte, hinzuweisen. Es sind dies:

2. *Laspeyresia coniferana* Ratzbg.

In größerer Anzahl im Mai 1928 aus der kropfartigen, beinahe den ganzen Stammumfang umfassenden Wucherung einer 63jährigen, 8 m hohen, in Brusthöhe 18 cm starken Zirbe erhalten. Viele Äste dieser Zirbe zeigten zahlreiche, gallenartige Auftreibungen, die nach den Arbeiten v. Tubeufs keine Milben- sondern Bakteriengallen, also Tuberkel sind. Die an diesen Tuberkeln wie auch am eigentlichen Kropf wahrgenommene Wachswolle läßt *Chermes sibiricus* als den Überträger des Bakteriums vermuten.

Es schlüpften im Mai 1928 23 Exemplare des Wicklers, außerdem eine noch unbestimmte Tachine, und einige sonstige Fliegen, die hier als Raumbenützer gelebt hatten. Weil auch im folgenden Jahre noch eine Anzahl des Wicklers geschlüpft ist, darf wohl zweijährige Generationsdauer angenommen werden."

Ferner hat Seitner aus der Zirbe folgende Kleinschmetterlinge erhalten:

3. *Cacoecia piceana* L.

Zirbitzkogel, 24. Juni 1930.

4. *Semasia (Steganoptycha) diniana* Gn.

Gößnitz, August 1928.

5. *Ocnerostoma copiosella* Frey.

Turracher Höhe, 15. Juni 1930.

6. *Borkhausenia stipella* L.

Zirbitzkogel, Juni 1928.

7. *Plutella maculipennis* Curt.

Gößnitz, August 1928.

8. *Solenobia pineti* Zell.

Turracher Höhe, 21. Juni 1931.

Die Bestimmung aller dieser Kleinschmetterlinge erfolgte durch Hofrat Prof. Dr. Rebel.

M. Seitners Bearbeitung der Insektenschädlinge der Zirbe in biozönotischer Darstellung.

Von

Erwin Schimitschek.

(Mit 19 Abbildungen.)

Mehr als ein Menschenalter hat M. Seitner, dessen Schüler und Mitarbeiter zu sein ich das Glück hatte, dem Studium der an der Zirbe lebenden Insektenschädlinge gewidmet. In unermüdlichem Forschungseifer und nimmer rastendem Forscherdrange hat er bis zu seinem Lebensende sich mit dieser ihn ganz ausfüllenden Aufgabe befaßt.

Es handelte sich nicht nur darum, die in den Zirbenwäldern der österreichischen Alpenländer auftretenden Zirbeninsekten möglichst lückenlos zu erfassen, sondern auch darum, ihre Lebensweise zu klären. Auch neue, bisher unbekannte, an der Zirbe lebende Insekten wurden gefunden, ihre Morphologie, ihr Entwicklungsgang, ihre Lebensweise sowie ihre Beziehungen zur belebten Umwelt genau erforscht, so z. B. von *Lachnus cembrae* Seitner, der Zirbenblattlaus. Außerdem hat Seitner seine besondere Sorgfalt der Bearbeitung und Erforschung der Parasiten und Räuber der verschiedenen an der Zirbe lebenden Insekten zugewendet. Das erhaltene Material ist außerordentlich vielgestaltig und reichhaltig.

In ungemein interessanten, für Wissenschaft und Praxis sehr wertvollen Veröffentlichungen hat Seitner einige seiner zahlreichen Forschungsergebnisse über die Insektenschädlinge der Zirbe niedergelegt. Leider war es ihm nicht mehr gegönnt, die von ihm geplante monographische Bearbeitung der schädlichen Zirbeninsekten, sowie ihrer Parasiten und Räuber herauszugeben. Seine Arbeiten waren wohl abgeschlossen, leider aber fanden sich in seinem Nachlasse keinerlei diesbezügliche Aufzeichnungen vor.

Um aber der Fachwelt wenigstens die Ergebnisse von Seitners unzähligen Zuchten zugänglich zu machen, habe ich es als meine Pflicht erachtet, eine Liste der von ihm gezogenen schädlichen Zirbeninsekten sowie ihrer Parasiten und Räuber zu veröffentlichen. Es handelt sich durchweg um Zuchtmaterial aus den österreichischen Alpenländern. Dieses Zuchtmaterial hat Seitner auf seinen unzähligen Studienwanderungen in Öster-

reichs Zirbengebieten mit der ihm eigenen Genauigkeit durchweg selbst gesammelt. Wenn ich nun zurückdenkend an die jugendliche Begeisterung und hohe Freude, die er bei jedem Ergebnisse empfand, das Material zur Veröffentlichung zusammenfasse, so geschieht dies in der Erinnerung an meinen lieben Lehrer mit den Gefühlen der tiefsten Verehrung.

Bei der Zusammenstellung hielt ich mich hauptsächlich an Seitners Sammlung, die er unter dem Titel: „Zusammenstellung der Insektenschädlinge der Zirbe in biozönotischer Bearbeitung" angelegt hatte. Diese Sammlung gelangte im Jahre 1928 in der forstlichen Abteilung der Grazer Jubiläumsmesse zur Ausstellung und erregte dort die berechtigte Bewunderung der fachlichen Welt. Derzeit befindet sich diese Sammlung im Besitze des Herrn Karl Seitner (Wien 9, Löblichgasse 10).

Im Rahmen der vorliegenden Zusammenfassung ist es nicht möglich, alle einschlägigen Bilder und Zeichnungen wiederzugeben. Es wurde daher eine Auswahl des wichtigsten, unveröffentlichten Bildmaterials getroffen. Die Bilder und Zeichnungen wurden seinerzeit von Erwin Schimitschek angefertigt.

A. Coleoptera.

I. Cantharidae.

1. ***Cantharis fibulata* Märk.**
   Hintertux.
2. ***Rhagonycha* sp.**
   Oetzthal, Zirbitzkogel.
3. ***Rhagonycha nigripes* Redt.**
   Zirbitzkogel, Steiermark.

II. Elateridae.

4. ***Corymbites pectinicornis* L.**
   Hintertux, Tirol.
5. ***Ludius affinis* Payk.**
   Oetzthal, Tirol.

III. Buprestidae.

6. ***Anthaxia quadripunctata* L.**
   Tulfes, Tirol.

IV. Anobiidae.

7. ***Episernus granulatus* Weise.**
   Entwickelt sich in schwachen absterbenden und abgestorbenen Zirbenästen. Fraßbild: Abb. 1. Tulfes, Tirol.
8. ***Anobium striatum* Oliv.**
   Gezogen aus den Füßen eines Zirbenkastens. Abb. 2. Wien.

9. ***Ernobius* sp.**
Oetzthal.

10. ***Ptinus subpilosus* Strm.**
Gezogen aus Zirbenborke. Die Entwicklung geht in der Borke alter Zirben vor sich. Tirol, Kaunsertal.

V. Derodontidae.

11. ***Laricobius Erichsoni* Rosenh.**
Oetzthal, Tirol.

VI. Pythidae.

12. ***Pytho depressus* L.**
Oetzthal, Tirol; Tux, Tirol.
Räuber: Larven von *Xylophagus* sp.

VII. Chrysomelidae.

13. ***Luperus flavipes* L.**
Die Imagines verüben Nadelfraß. Oetzthal, Tirol. Turracher Höhe in Kärnten.

14. ***Cryptocephalus maurus* Suffr.**
Die Imagines benagen die Nadeln schartenförmig. Zirbitzkogel in Steiermark. Oetzthal, Tirol.

VIII. Cerambycidae.

15. ***Tetropium* sp.**
Hintertux, Tirol. Tulfes, Tirol.

16. ***Obrium bruneum* Fbr.**
Diese Art entwickelt sich in schwachen Zirbenästen. Obdach, Steiermark.

17. ***Clytus lama* Muls.**
Hintertux, Tirol.

18. ***Rhagium* sp.**
Oetzthal.
Räuber: Von der Brut, d. h. von den Larven und Puppen ernähren sich die Larven von *Xylophagus cinctus* Deg. Oetzthal, Tirol.

19. ***Monochamus sutor* Lin.**
Hintertux, Tirol. Oetztal, Tirol.
Räuber: *Rhaphidia* sp. Oetzthal, Tirol.

20. ***Pogonochaerus fasciculata* Deg.**
Zirbitzkogel, Steiermark. Tulfes, Hintertux, Scharnitz, Tirol.

IX. Curculionidae.

21. ***Otiorrhynchus niger* Fabr.**
Zirbitzkogel, Steiermark.

22. ***Otiorrhynchus salicis* Ström.**
Die Imagines verüben schartigen Nadelfraß an den Zirbennadeln.
Zirbitzkogel, Steiermark. Hintertux, Tirol.
23. ***Otiorrhynchus chrysocomus* Germ.**
Zirbitzkogel, Steiermark. Hintertux, Tirol.
24. ***Hylobius abietis* L.**
Zirbitzkogel, Steiermark. Hintertux, Tirol.
Räuber: Larven von *Xylophagus* sp.
25. ***Pissodes pini* L.**
Parasiten: *Ephialtes* sp. Tulfes, Tirol.
Calyptus atricornis Ratz. Tulfes, Tirol.
Coeloides filiformis Ratz. var. *Seitneri* Fahringer Tulfes, Tirol.
Rhopalicus azureus Ratz. Zinken, Steiermark.
Rhopalicus suspensus Ratz. Zinken, Steiermark.
26. ***Magdalis Weisei* Schreiner.**
27. ***Magdalis frontalis* Gyll.**
Parasit: *Eurytoma auricoma* Mayr.
28. ***Anthonomus varians* Payk.**
Zirbitzkogel, Steiermark. Hintertux, Tirol.
29. ***Rhyncolus ligniarius* Marsh.**
Zirbitzkogel, Steiermark.

X. Scolytidae.

30. ***Hylastes ater* Payk.**
Tulfes, Tirol. Hintertux, Tirol.
Räuber: *Rhizophagus ferrugineus* L.
Pityophagus ferrugineus L.
31. ***Hylurgops palliatus* Gyll.**
32. ***Hylurgops glabratus* Zett.**
Tirol. Steiermark. (Abb. 3.)
33. ***Polygraphus grandiclava* Thoms.**
Tirol, Steiermark. (Abb. 4.)
Parasiten: *Calyptus vagans* Ruthe. Tulfes, Tirol.
Pachyceras xylophagorum Ratz. Tulfes, Tirol.
Räuber: *Clerus formicarius* L. Tirol.
34. ***Crypturgus pusillus* Gyll.**
Tulfes, Tirol. Zirbitzkogel, Steiermark.
35. ***Cryphalus abietis* Ratz.**
Tirol.
36. ***Xyloterus lineatus* Oliv.**
Tulfes, Tirol. Zirbitzkogel, Steiermark.

37. ***Dryocoetes autographus* Ratz.**
Hintertux, Tirol. Zirbitzkogel, Steiermark.
Räuber: *Epuraea rufomarginata* Steph. Zirbitzkogel, Steiermark.

38. ***Pityophthorus Henscheli* Seitner.**
Parasiten: *Cosmophorus Henscheli* Ruschka. Tulfes, Tirol.
Dinotus clypealis Thoms. Tulfes, Tirol. Hall in Tirol.

39. ***Pityophthorus Knoteki* Reitter.**
Befällt, ebenso wie die vorhergehende Art schwache Zirbenäste. (Abb. 5.) Scharnitz, Tulfes, Tirol.

40. ***Pityophthorus micrographus* L.**
Zirbitzkogel, Steiermark. Hintertux, Tirol.

41. ***Pityogenes chalcographus* L.**
Obdach, Steiermark.

42. ***Pityogenes bistridentatus* Eichh.** (Abb. 6).
Parasiten: *Cosmophorus cembrae* Ruschka. Tulfes in Tirol.
Dinotus sp. 1. Tulfes, Tirol.
Dinotus sp. 2. Tulfes, Tirol.
Dinotus clypealis Thoms. Tulfes, Tirol.
Pachyceras xylophagorum Ratz. Tulfes, Tirol.

43. ***Ips amitinus* Eichh.**
Tirol, Steiermark, Galizien (Jassien). (Abb. 7.)
Parasiten: *Bracon occulator* var. Nees. Hintertux, Tirol.
Pachyceras xylophagorum Ratz. Tulfes, Tirol.
Rhopalicus suspensus Ratz. Hintertux, Tirol.
Räuber: *Chetidura* sp. Tulfes, Tirol.
Quedius laevigatus Gyll. (Coleoptera) Tulfes, Tirol.
Nudobius lentus Grav. (Coleoptera) Zirbitzkogel, Steiermark.
Glischrochilus quadripustulatus L. (Coleoptera) Zirbitzkogel, Steiermark.
Clerus formicarius L. (Coeleoptera) Tulfes, Oetzthal, Tirol. Zirbitzkogel, Steiermark.
Phaonia Gobertii Mik. (Diptera). Die Larven dieser Fliege leben räuberisch von der Brut des *Ips amitinus*. Turracher Höhe, Kärnten.
Lonchaea Seitneri Hendel (Diptera). Die Larven dieser Fliege leben räuberisch von den Larven und Puppen des Borkenkäfers. Hintertux, Tirol.
Xylophagus (= *Erinna*) *cincta* Deg. (Diptera). Die Larven leben räuberisch von der Borkenkäferbrut. Zirbitzkogel, Steiermark.

44. ***Ips typographus* L.**
Zirbitzkogel, Steiermark.
Parasiten: *Coeloides bostrychorum* Giraud.
Eurytoma auricoma Mayr.

45. ***Ips laricis*** Fabr.
Zirbitzkogel, Steiermark.
Räuber: *Rhizophagus ferugineus* L. Zirbitzkogel, Steiermark.
Rhizophagus nitidulus Fabr. Zirbitzkogel, Steiermark.

B. Lepidoptera.

I. Geometridae.

46. ***Larentia variata*** **Schiff. var. *cembrae* Kitt.**
Eiablage an die Zirbennadeln. Die Raupe verübt Nadelfraß. Oetzthal, Tirol. Zirbitzkogel, Steiermark. (Abb. 8.)
Parasiten: *Hemiteles* sp. (3 verschiedene Arten). Hintertux, Tirol.
Microgaster sp. Hintertux, Tirol.
Anilastus boops Thoms. Zirbitzkogel, Steiermark.
Pezomachus sp. Oetzthal, Tirol.
Meteorus scutellator v. *unicolor* Wesm. Zirbitzkogel, Steiermark. Hintertux, Tirol.
Litomastix sp. Raupenparasit. Zirbitzkogel, Steiermark. Hintertux, Tirol.
47. ***Larentia incursata*** **Hübner.**
Die Raupe verübt Triebfraß an den jungen, heurigen Zirbentrieben. Hintertux, Tirol.
48. ***Ellopia prosapiaria*** **L. var. *prasinaria* Hbn.**
Die Raupe verübt Nadelfraß. Zirbitzkogel, Steiermark.
49. ***Eupithecia lanceata*** **Hbn.**
Zirbitzkogel, Steiermark.

II. Psychidae.

50. ***Solenobia pineti*** **Zell.**
Turracher Höhe, Kärten.

III. Tortricidae.

51. ***Evetria turionana*** **Hb. var. *mughiana* Zell.**
Turracher Höhe, Flattnitz, Nockgebiet. Zirbitzkogel, Steiermark. Gößnitztal. Oetzthal, Stubaital in Tirol.
Parasiten: *Amicroplus infirmus* Nees (Braconidae).
52. ***Semasia (Steganoptycha) diniana*** **Gn.**
Gößnitz.
53. ***Laspeyresia coniferana*** **Ratz.**
Zirbitzkogel, Steiermark.
54. ***Cacoecia piceana*** **L.**
Zirbitzkogel, Steiermark.

IV. Gelechiidae.

55. ***Borkhausenia stipella* L.**
Zirbitzkogel, Steiermark. Tulfes, Tirol.

V. Hyponomeutidae.

56. ***Ocnerostoma copiosella* Frey.**
Oetzthal, Tirol. Turracher Höhe.
57. ***Plutella maculipennis* Curt.**
Gößnitz.

C. Hymenoptera.

Tenthredinidae.

58. ***Lophyrus rufus* Ratz.**
Tulfes, Tirol. Zirbitzkogel, Steiermark.
Parasit: *Thorocampus eques* Htg. Zirbitzkogel, Steiermark.
59. ***Lophyrus elongatulus* Klug.**
Hinterux, Tirol.
60. ***Lophyrus similis* Htg.**
Oetzthal, Hintertux, Tirol.
Parasit: *Lamachus marginatus* Thoms. Oetzthal, Tirol.
61. ***Lyda erythrocephala* L.**
Hintertux, Tirol.
62. ***Tenthredo sp.***
Die Larve lebt in der Borke und in der Kambialzone älterer Zirben. Hintertux, Tirol.
Parasit: *Polyblastus subalpinus* Holmgr. Hintertux, Tirol.

Formicidae.

63. ***Camponotus herculeanus* L.**
Zirbitzkogel, Steiermark.
64. ***Camponotus ligniperdus* L.**
Hintertux, Tirol.

D. Rhynchota.

Aphidae.

65. ***Cinara (Lachnus) cembrae* Seitner.**
Die Typen der einzelnen Geschlechterfolgen befinden sich in der Seitnerschen Sammlung.
In der Abb. 9 sind die Fundatrix I und ihre Jugendstadien, in der Abb. 10 der Generationszyklus dargestellt. Abb. 11 zeigt erhärteten „Honigtau", also die verzuckerten, erhärteten Exkremente der Laus, an Zirbennadeln.

Parasiten: *Aphidius pini* Haliday. Hintertux, Tirol.
Praon volucre Hal. Zirbitzkogel Steiermark.
Asaphes vulgaris Wald. Zirbitzkogel, Steiermark.
Lygocerus sp. Zirbitzkogel, Steiermark.

Räuber: *Syrphus balteatus* Deg. Turracher Höhe, Kärnten.
Syrphus sp. Oetzthal, Tirol.
Syrphus sp. Tulfes, Tirol.

Phylloxeridae.

66. ***Pineus sibiricus*** Chldky.
Zirbitzkogel, Steiermark.
Abb. 12 zeigt einen von *P. sibiricus* dicht befallenen Zirbenast. *Hiemalis:* Abb. 13, 14. *Sexupara Nymphe:* Abb. 15, 16.

Coccidae.

67. ***Puto antennatus*** **Sign.**
Abb. 17, 18. Die Tiere leben in Borkenrissen (Abb. 18.) und im Baumbart auf alten Zirben in den höchsten Regionen. Sehr häufig werden sie von *Formica rufa* besucht.
Hintertux, Tirol. Zirbitzkogel, Steiermark.

Seitners Veröffentlichungen über Zirbeninsekten.

1. Ein neuer Borkenkäfer aus Tirol. (*Pityophthorus Henscheli*) Wiener Ent. Ztg. 1887.
2. Bemerkungen zur Gattung *Polygraphus* und Aufstellung der Gattung *Pseudopolygraphus n. gen.* Centralbl. f. d. ges. Fortswesen 1911.
3. *Pityophthorus Henscheli* Seitner und sein Parasit *Cosmophorus Henscheli* Ruschka. Zeitschrift f. angew. Entomologie Bd. 11, 1925.
4. *Larentia variata v. cembrae* Kitt. und andere an der Zirbe lebende Großschmetterlinge. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1936, S. 293—296.
5. *Lachnus cembrae* n. sp. die Zirbenblattlaus. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1936, S. 33—49.
6. *Evetria turionana* Hb., var *mughiana* Zell., und Beobachtungen über andere an der Zirbe lebende Kleinschmetterlinge. Herausgegeben aus dem Nachlasse von M. Seitner und E. Schimitschek. Zeitschrift f. angew. Entomologie Bd. 25, 1938. Istanbul, am 1. Oktober 1937.

Abb. 1.
Episernus granulatus Weise.
Larvenfraß.
Zirbe.

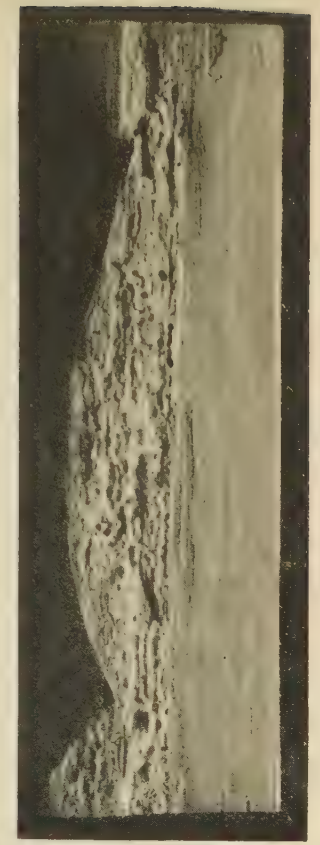

Abb. 2. Fraß von *Anobium striatum* Oliv. Zirbe.

Abb. 3. *Hylurgops glabratus* Thoms.
Fraßbild an Zirbe.

Abb. 4. *Polygraphus grandiclava* Thoms.
Fraßbild an Zirbe.

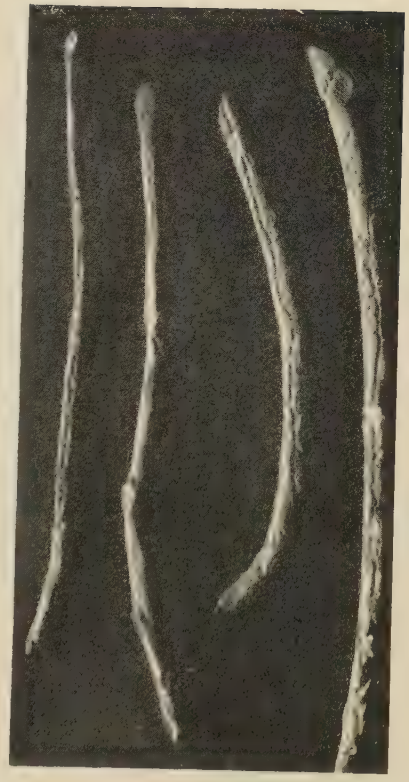

Abb. 5. *Pityophthorus knoteki* Reitter. Fraßbild an dünnen Zirbenästen.

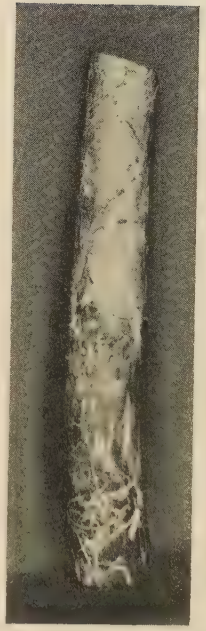

Abb. 6. Fraßbild von *Pityogenes bistridentatus* Eichh., an Zirbe.

Abb. 7. *Ips amitinus* Eichh. Ernährungsfraß des Käfers.

Abb. 9. *Cinara (Lachnus) cembrae* Seitner. Junglarven der Fundatrix I (Junglarve saugend, Einhäuter Zweihäuter, Dreihäuter) und Fundatrix I.

Abb. 8. *Larentia variata* Schiff. var. *cembrae* Ki

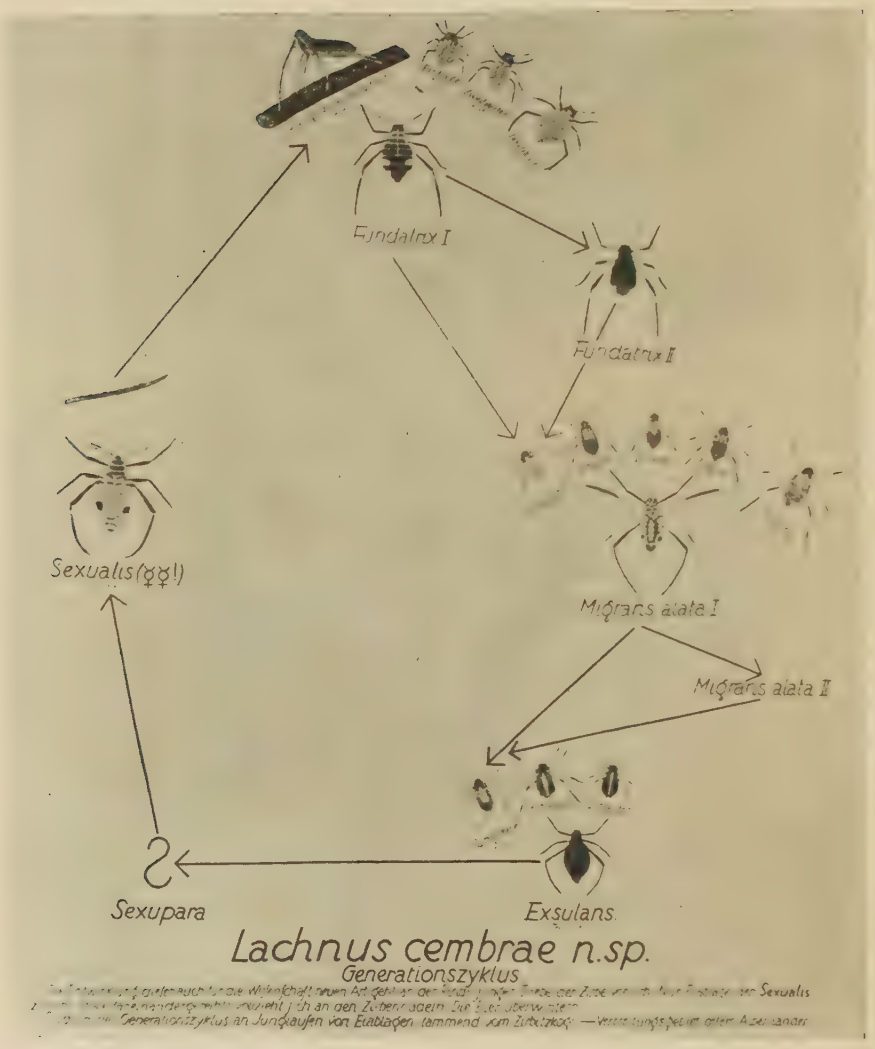

Abb. 10. *Cinara* (*Lachnus*) *cembrae* Seitner. Generationszyklus.

Abb. 11. „Honigtau", die erhärteten Exkremente von *Cinara cembrae* Seitner, an Zirbennadeln.

Abb. 12. Ein von *Pineus sibiricus* dicht befallener Zirbenast.

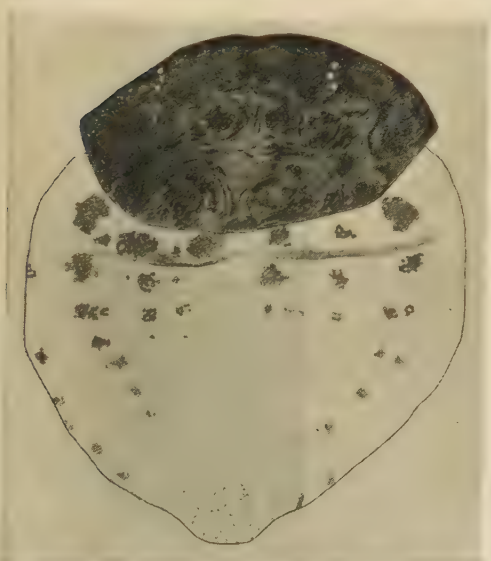

Abb. 13. *Pineus sibiricus* Cholodkovsky CB. Hiemalis-Oberseite. Zirbe Zirbitzkogl. 21. 5. 1927.

Abb. 14. *Pineus sibiricus* Cholodkovsky CB. Hiemalis-Unterseite. Zirbe Zirbitzkogl. 21. 5. 1927.

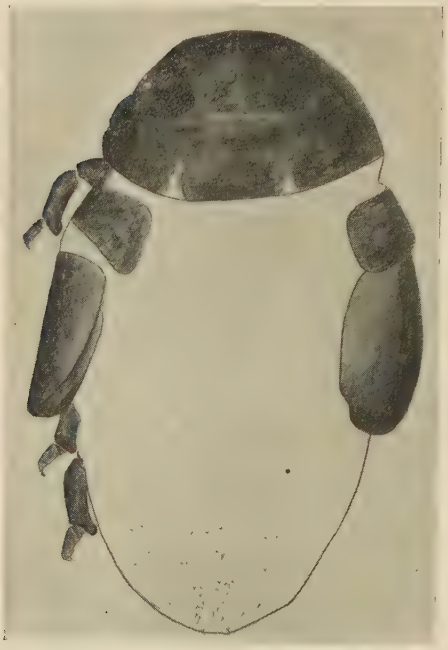

Abb. 15. *Pineus sibiricus* Cholodkovsky CB. Sexuparanymphe Oberseite. Zirbe Hintertux. 7. 4. 1927.

Abb. 16. *Pineus sibiricus* Cholodkovsky CB. Sexuparanymphe. Zirbe Hintertux. 7. 4. 1927.

Abb. 17. *Puto antennatus* Sign. Männchen. Nymphe (Ober- und Unterseite); Männchen in der Puppenhülle; Kopf des Männchens von vorne gesehen.

Abb. 18. *Puto antennatus* Sign. in Borkenrissen der Zirbe. Puppenhüllen des Männchens.

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg.)

Über das Luftfeuchtigkeitsunterscheidungsvermögen und die Lebensdauer der 3 in Deutschland vorkommenden Rassen von Anopheles maculipennis (atroparvus, messeae, typicus) bei verschiedenen Luftfeuchtigkeitsgraden.

Von

Arno Hundertmark[1]).

(Mit 2 Abbildungen.)

Bei meinen im Juni 1937 begonnenen Untersuchungen über das Verhalten der drei in Deutschland vorkommenden Rassen von *Anopheles maculipennis (atroparvus, messeae, typicus)* bei verschiedenen Klimafaktoren (Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Licht) hat sich gezeigt, daß die Anophelen bereits sehr geringe Luftfeuchtigkeitsunterschiede wahrnehmen. Ich halte es für angebracht, einige meiner Versuche über das Luftfeuchtigkeitsunterscheidungsvermögen bei *Anopheles maculipennis* schon jetzt zu veröffentlichen, zumal genauere Untersuchungen über ein Luftfeuchtigkeitsunterscheidungsvermögen bei irgendwelchen Insekten bisher noch nicht vorliegen. Die vorliegende Arbeit soll zu weiteren Untersuchungen auch an anderen Insekten anregen und zeigen, daß selbst äußerst geringe Luftfeuchtigkeitsunterschiede für das Verhalten der Insekten von ausschlaggebender Bedeutung sein können.

E. Martini hat auf Grund seiner Beobachtungen der Anophelen unter natürlichen Bedingungen seit Jahren wiederholt darauf hingewiesen, daß sich die Rassen von *Anopheles maculipennis* physiologisch gerade darin unterscheiden müssen, daß die Tiere jeder Rasse in den verschiedenen Lebensstadien Orte mit ganz bestimmten Feuchtigkeitsgraden aufsuchen. So sollten nach seinen Beobachtungen z. B. junge Tiere der Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* einen anderen Luftfeuchtigkeitsgrad bevorzugt aufsuchen als die der Rasse *A. m. messeae* oder *A. m. typicus*. Da ich auf diesem Gebiete noch Anfänger war und die verschiedenen Rassen unter natürlichen Bedingungen noch nicht kennen gelernt hatte, zweifelte ich diese Beobachtungen stark an, zumal es sich nur um ganz geringe

[1]) Die Untersuchungen wurden mit Mitteln der Rockefeller-Foundation ausgeführt.

Luftfeuchtigkeitsdifferenzen handeln sollte. E. Teubner hatte längere Zeit versucht, den experimentellen Beweis für diese Freilandbeobachtungen zu bringen. Da Teubner in seinen sehr zahlreich verschiedenartigen Versuchen uneinheitliches *Anopheles maculipennis*-Material verwandt hatte, daß weder nach Rassen getrennt, noch physiologisch gleichwertig war, haben seine Versuche keinerlei Klarheit gebracht. Er konnte jedoch feststellen, das die Anophelen im allgemeinen niedere Luftfeuchtigkeitsgrade meiden und höhere dagegen bevorzugen. Teubner hatte den Mücken im 10kammerigen Durchflugapparat verschiedene relative Luftfeuchtigkeitsgrade zur freien Wahl geboten, und damit bereits im Grundprinzip die einfachste und somit beste Versuchsanordnung angewandt, die mit den Lebensverhältnissen der Mücken unter natürlichen Bedingungen am ehesten übereinstimmt. Es ist berücksichtigt worden, daß die Insekten wahlfähige Tiere sind, die leicht von Ort zu Ort fliegen und das Mikroklima aufsuchen können, das für die betreffende Art eben optimale Lebensbedingungen darstellt. So hat Martini beobachtet: „Dieselbe Art, die im Norden die wärmsten stehenden Gewässer annimmt, legt die Eier im Süden an die Ränder kühlerer fließender Gewässer oder Sickerwässer", und weiter heißt es: „Die Mücke weiß offenbar gar nicht, was ein Fluß oder Seerand ist, was eine Quelle, ein Brunnen usw." Für die Mücken spielen eben für die Beurteilung bestimmter Lebensräume andere Faktoren als beim Menschen die Hauptrolle. Es sind das vor allem Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Helligkeit und Geruch. Ich habe in den folgenden Versuchen ebenfalls, wie auch in meinen früheren Versuchen über die Orientierung der Nonnenraupe, die auch von Teubner angewandte Versuchsmethode gebraucht, in welchen man die Tiere selbst wählen läßt. Diese „Wahlmethode" setzt bereits voraus, wenn man positive Reaktionen erwartet, daß man den Tieren das bietet, worauf sie auch unter natürlichen Bedingungen reagieren, oder anders ausgedrückt: was für die betreffenden Tiere von arterhaltender Bedeutung ist. Das gilt für die einfache Schmetterlingsraupe (s. meine Nonnenraupenuntersuchungen) genau so wie für den hochentwickelten Säuger, z. B. den Löwen. Denn begegnet einem Löwen zum erstenmal in der freien Wildbahn ein Auto, so reagiert der Löwe überhaupt nicht auf dasselbe, da das Auto für den Löwen etwas Naturfremdes und ohne arterhaltende Bedeutung sein muß. Natürlicherweise können für eine bestimmte Tierart nur solche Faktoren von instinktiv arterhaltender Bedeutung sein, die es für die betreffende Art seit undenklichen Zeiten gegeben hat. So ist denn auch anzunehmen, daß junge Mücken z. B. keine Fenster anfliegen, weil die Fenster vielleicht eine bestimmte „Fensterform" haben, denn solche Fenster gibt es noch nicht allzulange. Etwas anderes war es z. B. bei den Dreiecken, die die Nonnenräupchen bevorzugt anliefen, da diese den Tieren seit undenklichen Zeiten in der Natur als Baumstämme begegnet sind und als solche auch von arterhaltender Bedeutung sind.

Über das Luftfeuchtigkeitsunterscheidungsvermögen.

Die Versuche wurden im Monat August 1937 in einer Dunkelkammer bei einer Temperatur von 20° C ausgeführt. Für die Versuche wurden nur 0—24 Stunden alte, noch nicht gefütterte Tiere der 3 Rassen: *Anopheles maculipennis atroparvus A. m. messeae* und *A. m. typicus* gebraucht. Alle Tiere stammten aus Zuchten des Instituts und wurden bei einer Temperatur von ungefähr 25° C herangezogen. Es handelte sich bei den Versuchstieren somit nur um Mücken der Sommergeneration.

In einem 2kammerigen Durchflugapparat wurden den Anophelen jeweils nur 2 verschieden große Luftfeuchtigkeitsgrade geboten. Die einzelnen Kammern waren kubisch und von 20 cm Kantenlänge. Die Durchflugöffnung war rechteckig, 6 cm hoch und 8 cm breit; sie wurde ganz oben in der Mitte der Mittelwand des Durchflugapparates angebracht, um den durch die Durchflugöffnung stattfindenden Luftfeuchtigkeitsaustausch möglichst gering zu halten. Oben waren die Kammern offen und wurden mit einer Glasscheibe bedeckt. Für die Herstellung bestimmter Luftfeuchtigkeitsgrade wurde die von Janisch und Zwölfer angegebene Methode mit übersättigten Salzlösungen verwendet. Die Glasschalen mit den übersättigten Salzlösungen wurden unten in die Kammern gestellt und mit einem Gazegitter bedeckt, um ein Hineinfliegen der Mücken in die Salzlösung zu verhindern. Die Glasschalen waren ca. 5 cm hoch und von 20 cm Durchmesser. Die folgenden relativen Luftfeuchtigkeitsgrade wurden erhalten: 100% mit H_2O dest., 97% mit K_2SO_4, 92% mit KNO_3, 75% mit NaCl, 55% mit $Ca(NO_3)_2$, 32% mit $CaCl_2$ (krist.) und 18% mit $ZnCl_2$ (bei 20° C). Beide Kammern des Durchflugapparates wurden von oben gleich stark beleuchtet, da die Tiere auf Helligkeitsunterschiede, wie in früheren Untersuchungen festgestellt wurde, stark reagieren.

In den einzelnen Versuchen wurden jeweils möglichst viel Tiere auf die beiden Kammern des Durchflugapparates gleichmäßig verteilt. Sämtliche Fugen wurden mit Plastilin abgedichtet, um einen Feuchtigkeitaustausch der Kammerluft mit der Außenluft zu verhindern. Nach 24 Stunden wurden die sich in den einzelnen Kammern befindenden Anophelen 5mal hintereinander in $^1/_4$stündlichen Zeitabschnitten ausgezählt. Die erhaltenen Zahlen wurden addiert und ergaben so die jeweilige Versuchstierzahl n. Die Auszählung der Mücken fand stets erst nach 24 Stunden statt, da sich nach diesem Zeitraum sicher in den einzelnen Kammern die gewünschte konstante relative Luftfeuchtigkeit eingestellt hatte, und den Tieren außerdem genügend Zeit verblieb, um sich über die relativen Luftfeuchtigkeitsverhältnisse zu orientieren. Es wurde ein 2kammeriger Durchflugapparat einem mehrkammerigen vorgezogen, da sich in dem letzteren die Stauchungen der Mücken an den Enden stets unangenehm bemerkbar machen und die

Versuchsergebnisse beeinträchtigen. Es wird aus Gründen der Einfachheit in den folgenden Versuchen für die jeweiligen Kammern einfach die relativen Luftfeuchtigkeitswerte angegeben, die Zwölfer für die betreffenden übersättigten Salzlösungen ermittelt hat. Der Luftfeuchtigkeitsaustausch, der durch die Durchflugöffnung stattfindet, soll in dieser Arbeit noch unberücksichtigt bleiben, da genaue Messungen mit großen Schwierigkeiten verbunden sind, und der Luftfeuchtigkeitsaustausch in den einzelnen Versuchen zwischen den Kammern auch nicht allzu groß sein wird. Genaue Messungen sollen im kommenden Jahr jedoch ausgeführt und die genauen Ergebnisse in einer anderen Arbeit mitgeteilt werden.

Bietet man jungen Mücken der Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* im 2kammerigen Durchflugapparat jeweils 2 verschieden große relative Luftfeuchtigkeitsgrade von: 18% und 32% (Diff. = 14%), 32% und 55% (Diff. = 23%), 55% und 75% (Diff. = 20%), 75% und 92% (Diff. = 17%), 92% und 100% (Diff. = 8%), so wird von den Mücken stets die Kammer mit der jeweilig höheren Luftfeuchtigkeit vor der mit der niederen Luftfeuchtigkeit stark bevorzugt aufgesucht (Tab. 1).

Tabelle 1.

Besuchshäufigkeit 0—24 Stunden alter Mücken ohne Blutmahlzeit der Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* zwischen jeweils 2 gebotenen Kammern mit verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeitsgraden.

Gebotene Luftfeuchtigkeitsgrade in %	n	% Tiere	Differenzen	$\frac{\text{Diff.}}{{}^{m}\text{Diff.}}$
100 92	223	$72{,}7 \pm 3{,}0$ $27{,}3 \pm 3{,}0$	$45{,}4 \pm 4{,}2$	10,8
92 75	405	$65.9 \pm 2{,}4$ $34{,}1 \pm 2{,}4$	$31{,}8 \pm 3{,}4$	9,3
75 55	360	$85{,}3 \pm 1{,}9$ $14{,}7 \pm 1{,}9$	$70{,}6 \pm 2{,}7$	26,1
55 32	230	$89{,}6 \pm 2{,}0$ $10{,}4 \pm 2{,}0$	$79{,}2 \pm 2{,}8$	28,3
32 18	300	$73{,}7 \pm 2{,}5$ $26{,}3 \pm 2.5$	$47{,}4 \pm 3{,}5$	13,5
100 97	370	$60{,}0 \pm 2{,}5$ $40{,}0 \pm 2{,}5$	$20{,}0 \pm 3{,}5$	5,7
97 92	345	$56{,}5 \pm 2{,}7$ $43{,}5 \pm 2{,}7$	$13{,}0 \pm 3{,}8$	3,4

Die relativen Luftfeuchtigkeitsunterschiede von 14%, 23%, 20%, 17% und 8% werden von den jungen Mücken der Rasse *Anopheles maculipennis*

atroparvus ohne weiteres wahrgenommen. Die Werte für $\frac{\text{Diff.}}{{}^{m}\text{Diff.}}$ sind stets viel größer als 3 und damit auch statistisch gesichert. Selbst als den Anophelen im 2 kammerigen Durchflugapparat jeweils die Luftfeuchtigkeitsgrade 92% und 97% bezw. 97% und 100% geboten wurden, erkannten die Mücken die geringen relativen Luftfeuchtigkeitsdifferenzen von 5% und 3%. In beiden Versuchen wurde von den Anophelen auch hier stets die höhere relative Luftfeuchtigkeit vor der nur wenig geringeren stark bevorzugt. Die Differenzen zwischen den Besuchszahlen der jeweils gebotenen relativen Feuchtigkeitsgraden sind stets sehr groß ($20{,}0 \pm 3{,}5\%$ bezw. $13{,}0 \pm 3{,}8\%$), die Werte für $\frac{\text{Diff.}}{{}^{m}\text{Diff.}}$ sichern auch diesen Befund statistisch.

Sämtliche relative Luftfeuchtigkeitsgrade, die von den Tieren der Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* (Tabelle 1) voneinander unterschieden wurden, werden von den beiden anderen in Deutschland vorkommenden Rassen: *Anopheles maculipennis messeae* (Tabelle 2) und *Anopheles maculipennis typicus* (Tabelle 3) ebenso deutlich voneinander unterschieden. Da auch in diesen

Tabelle 2.

Besuchshäufigkeit 0—24 Stunden alter Mücken ohne Blutmahlzeit der Rasse *Anopheles maculipennis messeae* von jeweils 2 gebotenen Kammern mit verschieden großen relativen Luftfeuchtigkeitsgraden.

Gebotene Luftfeuchtigkeitsgrade in %	n	% Tiere	Differenzen	$\frac{\text{Diff.}}{{}^{m}\text{Diff.}}$
100	265	$61{,}1 \pm 3{,}0$	$22{,}2 \pm 4{,}2$	5,3
92		$38{,}9 \pm 3{,}0$		
92	180	$77{,}8 \pm 3{,}1$	$55{,}6 \pm 4{,}4$	12,6
75		$22{,}2 \pm 3{,}1$		
75	120	$73{,}7 \pm 4{,}0$	$47{,}4 \pm 5{,}7$	8,3
55		$26{,}3 \pm 4{,}0$		
55	140	$80{,}7 \pm 3{,}3$	$61{,}4 \pm 4{,}7$	13,1
32		$19{,}3 \pm 3{,}3$		
32	95	$76{,}8 \pm 4{,}4$	$53{,}6 \pm 6{,}2$	8,6
18		$23{,}2 \pm 4{,}4$		
100	122	$36{,}9 \pm 4{,}4$	$26{,}2 \pm 6{,}2$	4,2
97		$63{,}1 \pm 4{,}4$		
97	78	$83{,}3 \pm 4{,}2$	$66{,}6 \pm 5{,}9$	11,3
92		$16{,}7 \pm 4{,}2$		

Tabelle 3.

Besuchshäufigkeit 0—24 Stunden alter Mücken ohne Blutmahlzeit der Rasse *Anopheles maculipennis typicus* von jeweils 2 gebotenen Kammern mit verschieden großen relativen Luftfeuchtigkeitsgraden.

Gebotene Luftfeuchtigkeitsgrade in %	n	% Tiere	Differenzen	$\frac{\text{Diff.}}{{}^{m}\text{Diff.}}$
100 92	190	34,7 ± 3,4 65,3 ± 3,4	30,6 ± 4,8	6,4
92 75	70	80,0 ± 4,8 20,0 ± 4,8	60,0 ± 6,8	8,8
75 55	85	78,4 ± 4,4 21,6 ± 4,4	56,8 ± 6,2	9,2
55 32	75	79,8 ± 4,6 20,2 ± 4,6	59,6 ± 6,5	9,2
32 18	90	77,2 ± 4,4 22,8 ± 4,4	54,4 ± 6,2	8,8
100 97	160	40,6 ± 3,8 59,4 ± 3,8	18,8 ± 5,4	3,5
97 92	165	62,4 ± 3,8 37,6 ± 3,8	24,8 ± 5,4	4,6

Versuchen alle Werte für $\frac{\text{Diff.}}{{}^{m}\text{Diff.}}$ stets größer als 3 sind, so sind auch diese Ergebnisse sämtlich statistisch gesichert.

Berücksichtigt man, daß beim 2 kammerigen Durchflugapparat durch die Durchflugöffnung ein gewisser Luftfeuchtigkeitsaustausch stattfindet, der von den übersättigten Salzlösungen wahrscheinlich nicht genügend schnell ausgeglichen wird, und daß von Janisch für K_2SO_4, das nach Zwölfer einen relativen Luftfeuchtigkeitsgrad von 97% bei 20° C erzeugen soll, sogar ein relativer Luftfeuchtigkeitsgrad von 99,4% bei 20° C ermittelt wurde, und daß ich in meinen Versuchen mit H_2O und K_2SO_4 nur eine maximale Luftfeuchtigkeitsdifferenz von 1% auffinden konnte. (Die mir zur Verfügung stehenden Lamprechtschen Haarhygrometer zeigten überhaupt keine relative Luftfeuchtigkeitsdifferenz zwischen den beiden gebotenen Kammern auf; erst mit einem kleinen englischen Papierhygrometer konnten geringe Luftfeuchtigkeitsdifferenzen ermittelt werden), so darf man wohl berechtigt annehmen, daß zumindest die jungen Mücken der 3 hier untersuchten Rassen von *Anopheles maculipennis* relative Luftfeuchtigkeitsdifferenzen von nur 1% noch deutlich wahrnehmen und beachten. Leider scheinen unsere sämtlichen Poly- und

Hygrometer auf kleine relative Luftfeuchtigkeitsdifferenzen weniger gut und unzuverlässiger zu reagieren als die Anophelen. Auch als ein frisch mit sehr stark stinkender Lackfarbe gestrichener Durchflugapparat verwendet wurde, wurden von den Mücken dieselben geringen Luftfeuchtigkeitsdifferenzen erkannt. Der Luftfeuchtigkeitssinn wird mit dem Geruchssinn eben vielleicht nichts zu tun haben, denn sonst wäre bei diesen Versuchen durch den starken Farbgeruch wohl irgendwie eine Beeinträchtigung der Versuchsergebnisse zu erwarten gewesen.

Die jungen Mücken ohne Blutmahlzeit der Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* lieben einen ganz besonders großen relativen Luftfeuchtigkeitsgrad von 100%, dieser wird vor allen anderen stark bevorzugt (Tabelle 1). Eine weniger große, vor allen anderen bevorzugte relative Luftfeuchtigkeit wird von der Rasse *Anopheles maculipennis typicus* mit Vorliebe aufgesucht. Wurden diesen Tieren die beiden relativen Luftfeuchtigkeitsgrade 100% und 92% geboten (Tabelle 3), so wurde die 92 prozent. relative Luftfeuchtigkeit der 100 prozent. vorgezogen. Weiter wurde in anderen Versuchen die 97 prozent. relative Luftfeuchtigkeit der 100 prozent. und auch 92 prozent. stark vorgezogen. Da nun nach den Versuchen der Tabellen 1—3 anzunehmen ist, daß das Unterscheidungsvermögen von 2 verschiedenen Luftfeuchtigkeitsgraden proportional mit der Größe der Feuchtigkeitsdifferenz zunimmt, so muß bei der Rasse *Anopheles maculipennis typicus* die vor allen anderen relativen Luftfeuchtigkeitsgraden bevorzugte relative Luftfeuchtigkeit mit rund 95% angenommen werden, da dieselbe 1. etwas geringer sein muß als das Mittel von 100% und 92% (M = 96%) und 2. etwas größer sein muß als das Mittel zwischen 97% und 92% (M = 94,5%). Für die Rasse *Anophele maculipennis messeae* (Tabelle 2) ist die allen anderen Luftfeuchtigkeiten vorgezogene relative Luftfeuchtigkeit mit rund 97% anzunehmen, da diese 1. etwas geringer als das Mittel von 100% und 97% (M = 98,5%), und 2. etwas größer als das Mittel von 97% und 92% (M = 94,5%) und 3. etwas größer als das Mittel von 100% und 92% (M = 96%) sein muß, denn im 1. Fall wird 97% gegenüber 100%, im 2. Fall wird 97% gegenüber 92% und im 3. Fall wird 100% gegenüber 92% weit stärker aufgesucht.

Die jungen Mücken ohne Blutmahlzeit suchen also bestimmte relative Luftfeuchtigkeitsgrade vor allen anderen bevorzugt auf. Diese bevorzugten relativen Luftfeuchtigkeitsgrade sind artspezifisch und für jede der drei in Deutschland vorkommenden Rassen von *Anopheles maculipennis* zeigen sie jeweils eine verschiedene Größe, sie beträgt bei *Anopheles maculipennis atroparvus* 100%, für *Anopheles maculipennis messeae* rund 97% und für *Anopheles maculipennis typicus* rund 95%. Die Differenzen zwischen diesen bevorzugten relativen Luftfeuchtigkeitsgraden sehen nicht besonders groß aus, sie sind jedoch für

Tabelle 4.

Die Abhängigkeit der Sterblichkeit (bezw. Lebensdauer) junger Mücken ohne Blutmahlzeit der 3 Rassen von *Anopheles maculipennis: A mac. atroparvus, A. mac. messeae* und *A. mac. typicus* von der relativen Luftfeuchtigkeit bei 19° C.

Rassen	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Geschlecht	Zahl der Toten in % in den jeweils 12 stündlich aufeinander erfolgten Auszählungen																n		M		M ± 3 m	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	♂	♀	♂	♀	♂	♀
atroparvus	0	♂	—	8.5	20,9	48,8	19,4	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	211	—	3,66	—	3,44–3,88	—
		♀	0,3	0.7	9,8	35,0	49.8	10,8	3,0	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	305	—	5,08	—	4,90 - 5.26
	32	♂	—	0.9	10,9	37,6	39,4	9.0	1.4	0,45	0,45	—	—	—	—	—	—	—	—	221	—	4,52	—	4,32–4,72	—
		♀	—	—	2,1	5,5	15,8	27.4	37.0	7,5	0,7	0,7	0,7	—	—	—	—	—	—	—	146	—	6,31	—	6,01–6,61
	75	♂	—	1,5	4,6	16.5	31,2	26,2	13,1	5.8	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	260	—	5,45	—	5,20–5,70	—
		♀	—	—	0,9	2,8	5,2	17,0	20.8	26,4	14,2	8,5	3.8	0.5	—	—	—	—	—	—	212	—	7,59	—	7,25–7,93
	92	♂	—	—	—	4,2	20,8	19,8	25,0	10,4	13,5	4,2	1,0	—	—	—	—	—	—	96	—	6.86	—	6,40–7,32	—
		♀	—	—	—	1,1	3,4	16,9	24.8	24.8	14,6	6,7	6,7	1,1	—	—	—	—	—	—	89	—	7,80	—	7,29 - 8,31
	100	♂	—	1,2	3.5	18,3	27,2	17,1	13,6	6.6	5,4	1,2	2.3	1,2	0,4	1,2	0,4	0,4	—	257	—	6,07	—	5,64–6,50	—
		♀	—	—	—	—	5,1	16.9	18,1	14,3	10.1	8,9	6,3	8,4	7.6	1,7	0,8	1,3	0,4	—	237	—	8.77	—	8,25 9,29
messeae	0	♂	10,7	44.0	26,7	13,3	—	2,7	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75	—	2,57	—	2,12–3,02	—
		♀	—	4,3	10,0	45.7	31,4	7,1	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	4,31	—	3,99–4,63
	32	♂	10,8	23,1	33,8	18,5	12,3	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	—	3,03	—	2.58–3,48	—
		♀	—	1,4	19,2	43,8	26,3	6,8	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73	—	4,27	—	3,94–4,60
	75	♂	1,4	4.1	9.6	42,5	34,2	8,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73	—	4,29	—	3,95–4,63	—
		♀	—	5.2	1,0	5,2	26.8	46,4	13,4	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	—	5,57	—	5,12–6.02
	92	♂	—	—	5,9	17,6	17,6	26,5	23,5	8.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	—	5,70	—	4,98–6,42	—
		♀	—	—	—	8.0	12,0	36,0	20.0	20,0	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	6,44	—	5,68–7,20
	100	♂	—	—	6,0	14,9	44,8	28.4	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67	—	5,14	—	4,80–5,48	—
		♀	—	—	1,2	1.2	2.4	28,0	39,0	20,7	6,1	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	82	—	6,94	—	6,57–7,31
typicus	0	♂	—	—	25,6	48,8	23,2	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43	—	4,02	—	3,67–4,37	—
		♀	—	2,3	2,3	7,0	37,2	39,5	11,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43	—	5,44	—	4,98–5,90
	32	♂	—	—	3,0	21,2	45,5	21,2	6,1	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	—	5,15	—	4,62–5,68	—
		♀	—	—	—	5,7	21,4	40,0	22,9	7,1	1,4	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	6,14	—	5,74–6.54
	75	♂	—	—	1,2	9,5	28,6	42,9	16,7	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	—	5,69	—	5,39–5,99	—
		♀	—	—	—	—	5,3	8,8	35,1	36,8	12,3	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	57	—	7,48	—	7,06–7,90
	92	♂	—	—	25.0	—	—	50,0	—	—	—	—	25,0	—	—	—	—	—	—	4	—	6.50	—	2,19–10,81	—
		♀	—	—	—	—	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	—	16,7	—	—	—	—	—	—	—	6	—	7.67	—	5,27–10,07
	100	♂	—	—	—	1,8	25,0	39,3	25,0	8,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	—	6,14	—	5.76–6,52	—
		♀	—	—	—	—	3,2	19,4	38,7	19,4	9,7	3,2	6,5	—	—	—	—	—	—	—	31	—	7,49	—	—	6,75–8,23

das verschiedene physiologische Verhalten der 3 in Deutschland vorkommenden Rassen von ganz ausschlaggebender Bedeutung. Darauf wird am Schluß der Arbeit noch näher eingegangen werden.

Über die Lebensdauer in verschiedenen Feuchtigkeitsgraden.

0—24 Stunden alte Tiere ohne Blutmahlzeit der 3 Rassen von *Anopheles maculipennis* wurden in Exsikkatoren bei verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeitsgraden und Temperaturen von 19 bezw. 30° C so lange gehalten, bis sie sämtlich gestorben waren. Die schon erwähnten gesättigten Salzlösungen, die sich jeweils 1,5—2 cm hoch unten im Exsikkator befanden und mit einem Tüllgitter abgedeckt waren, sorgten wieder für konstante relative Luftfeuchtigkeitsgrade. $CaCl_2$ sicc. wurde zur Herstellung des Feuchtigkeitsgrades 0% gebraucht. Da besonders wenig Tiere der Rasse *Anopheles maculipennis typicus* laufend zur Verfügung standen, waren die Versuche sehr mühsam, da alle 12 Stunden alle frisch geschlüpften Tiere in die Exsikkatoren gesetzt werden mußten, auch wenn es nur 1 oder 2 Tiere waren. Die Exsikkatoren wurden mit Glasscheiben zugedeckt und mit Paraffin luftdicht abgeschlossen. Alle Versuche wurden in der Zeit von Ende Juni bis Mitte August 1937 mit Mücken der Sommergenerationen gemacht, die im hiesigen Institut aus Eiern herangezogen wurden.

In den Tabellen 4 und 5 wurden die Ergebnisse der Versuche bei Temperaturen von 19 bezw. 30° C nach Rassen und Geschlechtern getrennt zusammengestellt. Danach nimmt im großen ganzen die Lebensdauer der Anopheles proportional mit der relativen Luftfeuchtigkeit zu und umgekehrt mit der Temperatur ab. Bei jeweils gleichen relativen Luftfeuchtigkeitsgraden ist die Größe der Lebensdauer der Männchen stets geringer als die der Weibchen (Tabelle 4 und 5; Abb. 1 und 2). Bei den hier verwendeten relativen Luftfeuchtigkeitsgraden von 0, 32, 75, 92 und 100% und 19° C (Tabelle 4) erreichen die Weibchen der beiden Rassen *A. mac. atroparvus* mit $8{,}77 \times 12$ Stunden und *A. mac. messeae* mit $6{,}94 \times 12$ Stunden bei 100 prozent. relativer Luftfeuchtigkeit ihre größte mittlere Lebensdauer, die von den Weibchen der Rasse *A. mac. typicus* mit $7{,}67 \times 12$ Stunden bei 92 prozent. relativer Luftfeuchtigkeit erreicht wird. Die Männchen aller 3 Rassen haben dagegen stets bei 92 prozent. relativer Luftfeuchtigkeit die längste mittlere Lebensdauer, die bei *A. mac. atroparvus* mit $6{,}86 \times 12$ Stunden etwas größer als bei *A. mac. typicus* ($6{,}50 \times 12$ Stunden) und beträchtlich größer als bei *A. mac. messeae* ($5{,}70 \times 12$ Stunden) ist. Die Weibchen der Rasse *A. mac. atroparvus* leben ebenfalls länger als die von *A. mac. typicus*, die wieder länger leben als die der Rasse *A. mac. messeae*. Aller Wahrscheinlichkeit nach erreichen die jugendlichen Mücken der verschiedenen Rassen ihr Lebensoptimum eben bei der relativen Luft-

Tabelle 5.

Die Abhängigkeit der Sterblichkeit (bezw. Lebensdauer) junger Mücken ohne Blutmahlzeit der Rassen *Anopheles maculipennis atroparvus* und *A. mac. messeae* von der relativen Luftfeuchtigkeit bei 30° C.

Rassen	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Geschlecht	Zahl der Toten in % in den jeweils 12stündlich aufeinander erfolgten Auszählungen							n		M		M ± 3·m	
			1	2	3	4	5	6	7	♂	♀	♂	♀	♂	♀
atroparvus	0	♂	19,5	68,4	12,0	—	—	—	—	133	—	1,92	—	1,77—2,07	—
		♀	1,4	81.3	17,3	—	—	—	—	—	144	—	2,16	—	2,06—2.26
	32	♂	2,4	73.3	24,2	—	—	—	—	165	—	2.22	—	2.11—2.33	—
		♀	—	35,2	64,0	0,8	—	—	—	—	125	—	2.66	—	2.53—2.79
	75	♂	—	22,5	47.9	26,8	2,8	—	—	71	—	3,10	—	2,83—3,37	—
		♀	—	3,4	15,8	61.6	16,4	2,7	—	—	146	—	3,99	—	3,80—4,18
	100	♂	—	8,0	44,0	32,0	13,6	2,4	-	125	—	3,58	—	3,34—3,82	—
		♀	—	1,7	26,4	62,0	7,4	2,5	—	—	121	—	3,83	—	3,65—4,01
messeae	0	♂	58,0	40,6	1,4	—	—	—	-	69	—	1.43	—	1,25—1.61	—
		♀	8.5	76,3	13,6	1,6	—	—	—	—	59	—	2,08	—	1,88—2,28
	32	♂	27,8	59,6	11,7	1,0	—	—	—	94	—	1,86	—	1,66—2,06	—
		♀	—	61,3	38,7	—	—	—	—	—	31	—	2,39	—	2,13—2,65
	75	♂	1,8	63,2	35,0	—	—	—	—	57	—	2,33	—	2,13—2,53	—
		♀	—	13,0	84.8	2,2	—	—	—	—	46	—	2,89	—	2,72—3,06
	100	♂	3,7	55,6	29.6	11.1	—	—	—	27	—	2,48	—	2,05—2,91	—
		♀	—	—	58,3	20,8	20,8	—	—	—	24	—	3,62	—	3,12—4,12

feuchtigkeit, die sie vor allen anderen bevorzugt aufsuchen („Lieblingsluftfeuchtigkeit"). Im 1. Teil der Arbeit sind leider nicht die Männcken von den Weibchen getrennt behandelt worden, da in einigen Versuchen damals kein Unterschied im Verhalten beider bemerkbar war, und die Versuche erst viel später von mir ausgewertet wurden. Es war mir somit in diesem Jahre nicht mehr möglich, die Versuche des 1. Teils der Arbeit mit getrennter Behandlung von Männchen und Weibchen zu wiederholen. Das soll aber unbedingt im kommenden Jahre nachgeholt werden. Die Männchen schienen sich nämlich in den Versuchen dahin gezogen, wo sich die Mehrzahl der Weibchen aufhielt.

Die in Tabelle 4 zusammengestellten Versuchsergebnisse zeigen, daß sich die 3 in Deutschland vorkommenden Rassen von *Anopheles maculipennis* schon durch die verschieden große Lebensdauer der jungen Tiere ohne Blutmahlzeit bei entsprechenden relativen Luftfeuchtigkeitswerten deutlich voneinander unterscheiden. Die Werte für die mittlere Lebensdauer der 3 Rassen sind bei den entsprechenden relativen Luftfeuchtigkeiten teils mehr oder weniger statistisch gesichert. Die Tiere der Rasse

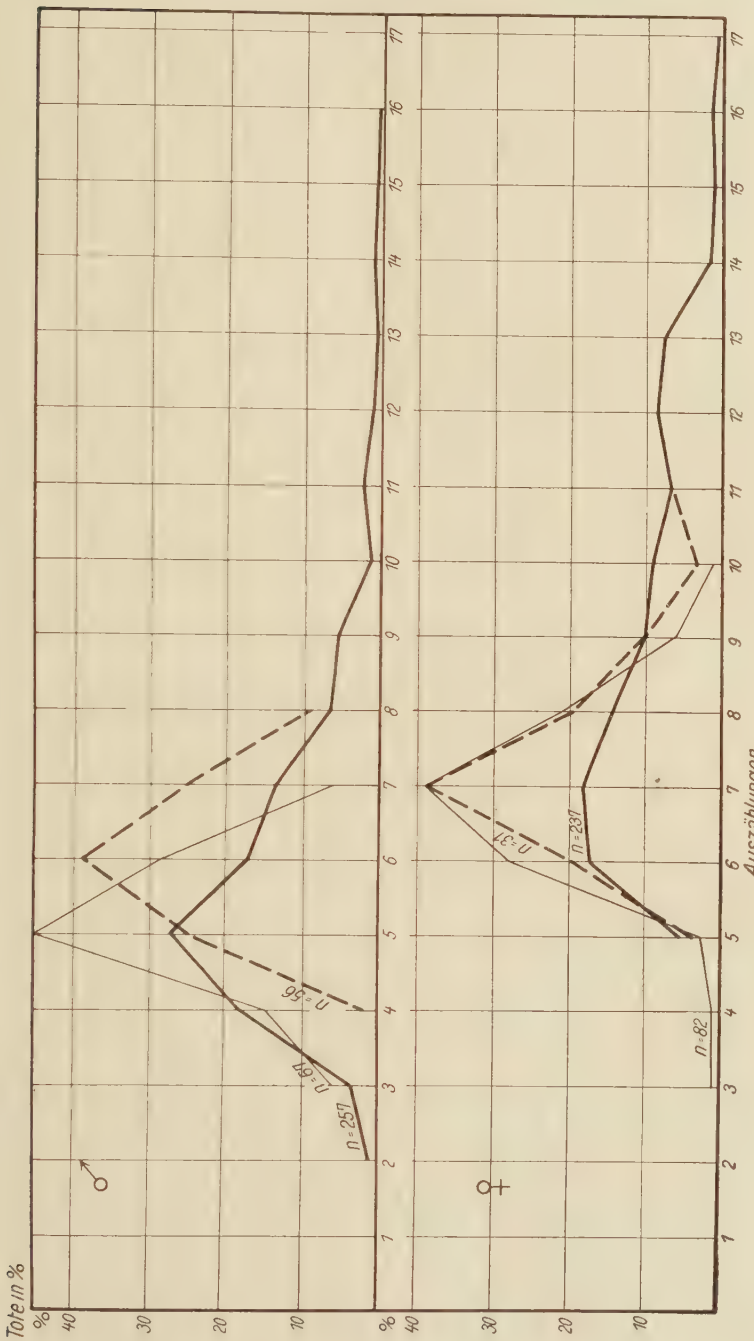

Abb. 1. Sterblichkeitskurven junger Tiere ohne Blutmahlzeit der drei Rassen von *Anopheles maculipennis*: *A. mac. atroparvus* (dick ausgezogene Kurve) und *A. mac. typicus* (gestrichelte Kurve) bei 19° C und 100% relativer Luftfeuchtigkeit.

Anopheles maculipennis messeae weisen bei allen Feuchtigkeitsgraden die kürzeste Lebensdauer auf. Bei den beiden anderen Rassen ist die mittlere Lebensdauer bei den Luftfeuchtigkeitswerten von 75 und 92% jeweils bei den Männchen und Weibchen annähernd gleichgroß. Auch bei 100proz. relativer Luftfeuchtigkeit zeigen die Männchen der Rassen *Anopheles maculipennis atroparvus* (5,64—6,50) und *Anopheles maculipennis typicus* (5,76—6,52) dieselbe mittlere Lebensdauer (vgl. Abbildung 1). Dagegen unterscheiden sich die beiden Rassen darin, daß die mittlere Lebensdauer der Weibchen von *Anopheles maculipennis atroparvus* ([8,25—9,29]. 12 Stunden) bei 100prozent. relativer Luftfeuchtigkeit größer ist als bei *Anopheles maculipennis typicus* ([6,75—8,23] . 12 Stunden), obgleich bei beiden Rassen das Maximum bei den Sterblichkeitskurven (Abb. 1) zur gleichen Zeit erreicht wird. Besonders auffallend unterscheidet sich die Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* von den anderen beiden in der großen Streuung bei 100prozent. relativer Luftfeuchtigkeit und 19° C. (Abb. 1). Das gilt sowohl für die Männchen als auch für die Weibchen. Während die Männchen bezw. die Weibchen der Rassen *Anopheles maculipennis messeae* bei 100prozent. relativer Luftfeuchtigkeit eine maximale Lebensdauer von 7 bzw. 10.12 Stunden und *A. mac. typicus* von 8 bzw. 11.12 Stunden erreichen, werden

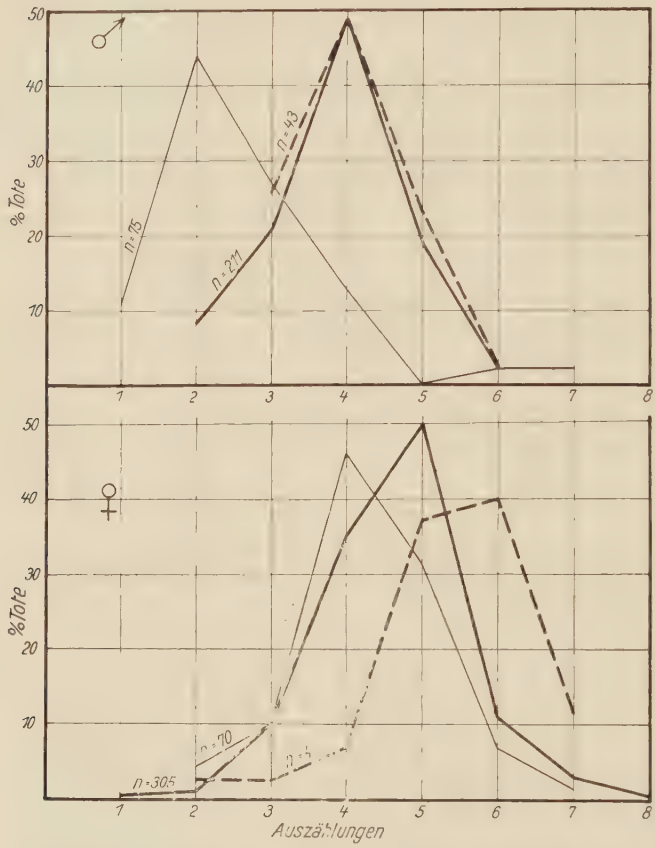

Abb. 2. Sterblichkeitskurven junger Tiere ohne Blutmahlzeit der 3 Rassen: *A. mac. atroparvus* (dick ausgezogene Kurve), *A. mac. messeae* (dünn ausgezogene Kurve) und *A. mac. typicus* (gestrichelte Kurve) bei 19° C und 0% relativer Luftfeuchtigkeit. Ordinaten: Prozent toter Tiere, Abszissen: die jeweils alle 12 Stunden erfolgten Auszählungen.

bei der Rasse *A. mac. atroparvus* die Männchen im Maximum 16.12 und die Weibchen sogar 17.12 Stunden alt. Bei 30° C ist von einer entsprechenden Streuung bei *A. mac. atroparvus* nichts zu bemerken (Tabelle 5). Die jungen Mücken der Rasse *A. mac. atroparvus* zeigen somit bei 19° C und 100prozent. relativer Luftfeuchtigkeit eine weit größere Widerstandsfähigkeit als die beiden anderen Rassen. Umgekehrt ist bei *A. mac. typicus* in trockener Luft (0 bzw. 32% relative Luftfeuchtigkeit) die Vitalität dieser Rasse den anderen beiden überlegen (Abb. 2).

Die Beziehung der Ergebnisse zur geographischen Verbreitung.

Von Martini und Teubner wurde früher bereits festgestellt, daß die Wintermücken der beiden *Anopheles maculipennis*-Rassen: *A. mac. atroparvus* und *A. mac. messeae* ein verschiedenes Temperaturprädilektum haben. Die vorliegenden Versuchsergebnisse bei jungen Mücken bestätigen ebenfalls die schon vor Jahren von Martini durch Beobachtungen unter natürlichen Bedingungen begründete Annahme, daß die verschiedenen Rassen *Anopheles maculipennis* auch verschiedene mikroklimatische Prädilekta haben. In dieser Arbeit wurde zunächst nur der Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf junge Mücken ohne Blutmahlzeit der 3 in Deutschland vorkommenden *Anopheles maculipennis*-Rassen näher untersucht. Es wurde bei den Anophelen ein ausgezeichnet gutes Luftfeuchtigkeitsunterscheidungsvermögen nachgewiesen, das den Tieren ohne weiteres erlaubt, instinktiv die relative Luftfeuchtigkeit aufzusuchen, die für die jeweilige Rasse von arterhaltender Bedeutung ist (Prädilektum). Diese vor allen anderen bevorzugten relativen Luftfeuchtigkeitsgrade sind artspezifisch und für jede der 3 Rassen bereits bei den jungen Tieren ohne Blutmahlzeit von verschiedener Größe; sie betragen bei *A. mac. atroparvus* 100%, *A. mac. messeae* rund 97% und *A. mac. typicus* rund 95%. Für die Weibchen der betreffenden Rassen konnte bei diesen bevorzugten Luftfeuchtigkeitswerten jeweils das Optimum der Lebensdauer festgestellt werden; bei den Männchen wurde es bereits bei niederer Luftfeuchtigkeit erreicht. Werden die gefundenen Versuchsergebnisse bei den 3 Rassen miteinander verglichen, so ermöglichen die Befunde bereits, Schlüsse zu ziehen über die Ursachen der geographischen Verbreitung dieser *Anopheles maculipennis*-Rassen. Die jungen Tiere der Rasse *A. mac. atroparvus* zeigten bei 100prozent. relativer Luftfeuchtigkeit eine weit größere Widerstandsfähigkeit als die beiden anderen Rassen. Umgekehrt ist bei *A. mac. typicus* in trockener Luft (0 bzw. 32% relative Luftfeuchtigkeit) die Vitalität den anderen beiden überlegen. Die Rasse *A. mac. atroparvus* erscheint somit für geographische Gebiete mit besonders großer relativer Luftfeuchtigkeit und die Rasse *A. mac. typicus* für solche mit zumindest zeitweilig sehr trockener Luft geeigneter. Und das scheinen in der Tat die natürlichen Verbreitungsgebiete wiederzuspiegeln.

Allerdings muß natürlich in dem Grundergebnis der bisherigen Untersuchungen festgehalten werden, daß die Verbreitung von *A. mac. atroparvus* in erster Linie erheblichere Euryhalinität ihrer Larven gegenüber *messeae* und *typicus* zugrunde liegt. In der Tat haben ja alle Versuche über die Widerstandsfähigkeit der Larven dieser *Anopheles*-Rassen gegen Salzgehalt im Brutwasser eine klare entsprechende Stufenleiter ergeben. *A. atroparvus* folgt daher in geschlossener Siedelung der Nordseeküste vor allem ihren Tiefländern, in mehr gemischten Populationen der westlichen Ostseeküste, um in Ostpreußen sein Ende zu finden. Im Inland finden wir an Flüssen und Seen und in ausgedehnten Sümpfen und Wiesengebieten des Flachlandes *messeae* in annähernd geschlossener Siedelung. Die Inlandstellen von *A. mac. atroparvus* an den Mansfelder Seen, bei Magdeburg u. ä. O. vermochte der Salzgehalt dortiger Gewässer durchaus zu erklären. Aber das sind meist lokale Vorkommen.

Für eine Rasse der Küsten und Inseln erscheint natürlich eine Anpassung an hohe Luftfeuchtigkeiten das Gegebene. Von der Feuchtigkeit der dort meist herrschenden Luft hat der eine Vorstellung, der es versucht, Wäsche bei nordwestlichen Winden scharf zu trocknen. Es ist auch ein durch die Bedürfnisse der Larven noch nicht gelöstes Problem aufgefallen, nämlich daß auch im Innern größerer Inseln, wie auf Rügen (Jasmund) ein starker Einschlag von *atroparvus* vorhanden ist. Das hat schon immer nahegelegt, an einen Einfluß des Seeklimas über das unmittelbare Küsten- und Brachwassergebiet hinaus zu denken. Und wenn im Rheinland und Teilen Westfalens in Gebieten, wo nach ihren Gewässern *A. mac. messeae* rein erwartet werden sollte, eine starke Beimischung von *A. mac. atroparvus* gefunden wird, so könnten auch hier die klimatischen Verhältnisse vielleicht schon letztere Art begünstigen. Sicher werden sich noch weitere Fragen und Aufgaben ergeben. Aber das bisher über den Unterschied von *A. mac. messeae* und *atroparvus* im Luftfeuchtigkeitsprädilektum Ermittelte paßt gut zu dem bisher von diesen Rassen Bekannten.

Über die Gründe der lokalen und geographischen Verbreitung von *A. mac. typicus* hat man sich weniger klare Bilder machen können. Man hat eine Neigung für kühlere Brutplätze oder eine besondere Widerstandsfähigkeit gegen starke Wärmeschwankungen der Brutplätze in Betracht gezogen. Letzteres steht besonders auf die auffälligsten Züge seiner Verbreitung in Einklang, sein Vorkommen in fast geschlossener Siedelung auf Gebirgen (Schwarzwald, Abbruzen) und im Osten. Hier ist er schon im Hügelland von Jassy (Rumänien) und in den Karpathenvorgebirgen Karpathenrußlands ganz oder fast die vorherrschende Form. Sehr stark tritt er in Mazedonien unter den *Anopheles*-Rassen in den Vordergrund und auch im Innern Rußlands ist er sehr verbreitet. Grade mit dieser starken Zunahme der Art nach Osten scheint nun wieder die starke Widerstandsfähigkeit gegen trockenere Luft in guter Harmonie.

So, glaube ich, lassen schon diese ersten Ergebnisse vermuten, daß die Untersuchungen über die Prädilekta der Anophelen und ihre Widerstandsfähigkeit (biologische Valenz) den verschiedenen klimatischen Faktoren gegenüber nicht nur im Zusammenhang mit dem Mikroklima der Wohnungen, Stallungen usw. und damit für Aufklärung der mehr oder minder engen Vergesellschaftung mit den Menschen und mehr oder minder großen Bedeutung für Malaria nützliches Wissen bringen können, sondern vielleicht auch weitere Gesichtspunkte über die lokale und geographische Verbreitung der *Anopheles*-Rassen geben mögen. Sie werden vielleicht einen weiteren Einblick (neben den Brutplatzverhältnissen) erlauben in diejenigen Faktoren, die überhaupt den ersten Anstoß zur Differenzierung geographischer und lokaler Rassen bei diesen Formen haben mögen.

Es würde jedenfalls eine gewisse Befriedigung gewähren, diejenigen Abhängigkeitsverhältnisse, die sich der gesunde Mutterwitz aus der Beobachtung in freier Natur für mancherlei Tiere und Pflanzen abgeleitet hat, unter sauberen Versuchsbedingungen für die eigenen Forschungsobjekte erhärten zu können. Hier berührt sich die praktische Biologie eng mit der neuesten Forschungsrichtung der theoretischen über Mutationen mit gegenüber der Stammart veränderter Klimabegegnung.

Zusammenfassung.

1. Es wurden nur 0—24 Stunden alte, noch nicht gefütterte Tiere der 3 in Deutschland vorkommenden Rassen von *Anopheles maculipennis*: *A. mac. atroparvus*, *A. mac. messeae* und *A. mac. typicus* untersucht.

2. Auf Grund der Versuche im 2kammerigen Durchflugapparat mit jeweils zwei verschieden großen relativen Luftfeuchtigkeitsgraden darf man annehmen, daß die jungen Mücken der 3 hier untersuchten Rassen relative Luftfeuchtigkeitsdifferenzen von nur 1% noch deutlich voneinander unterscheiden.

3. Die jungen Mücken ohne Blutmahlzeit suchen ganz bestimmte relative Luftfeuchtigkeitsgrade vor allen anderen bevorzugt auf. Diese bevorzugten relativen Luftfeuchtigkeitsgrade sind artspezifisch und für jede der 3 Rassen zeigen sie eine verschiedene Größe; sie beträgt bei *Anopheles maculipennis atroparvus* 100%, für *A. mac. messeae* rund 97% und für *A. mac. typicus* rund 95%.

4. Im großen ganzen nimmt die Lebensdauer der Anophelen proportional mit der relativen Luftfeuchtigkeit zu und umgekehrt mit der Temperatur ab. Bei gleichen relativen Luftfeuchtigkeitswerten ist die Größe der Lebensdauer der Männchen stets geringer als die der Weibchen. Aller Wahrscheinlichkeit nach erreichen die jugendlichen Mücken der verschiedenen Rassen ihr Lebensoptimum eben bei der relativen Luftfeuchtigkeit, die sie vor allen anderen bevorzugt aufsuchen (Lieblingsluftfeuchtigkeit = Luftfeuchtigkeitsprädilektum).

5. Die Tiere der Rasse *A. mac. messeae* weisen bei allen relativen Luftfeuchtigkeitsgraden die kürzeste Lebensdauer auf.

6. Besonders auffallend unterscheidet sich die Rasse *A. mac. atroparvus* von den beiden anderen in der großen Streuung bei 100prozent. relativer Luftfeuchtigkeit und 19° C. Sie zeigen außerdem bei derselben Luftfeuchtigkeit eine weit größere Widerstandsfähigkeit als die anderen Rassen. Umgekehrt ist bei *A. mac. typicus* in trockener Luft die Vitalität dieser Rasse den anderen beiden überlegen.

7. Beziehungen der gefundenen Ergebnisse zur geographischen Verbreitung der 3 Rassen lassen sich aufstellen.

Literatur.

Beklemischev, W., und Mitrophanowa, J., Über den Einfluß des Mikroklimas der Unterschlüpfe auf die Verteilung und Aktivität von *Anopheles maculipennis*. Russ. Zeitschr. mit deutscher Zusammenfassung. Moskau 1933.

Brezina, E., und Schmidt, W. (1937), Das künstliche Klima in der Umgebung des Menschen. Stuttgart, Verlag F. Enke.

de Buck, und Swellengrebel (1931), Das Vorkommen von 2 verschiedenen Rassen des *Anopheles maculipennis*, als Klärung des Anophelismus sine Malaria in den Niederlanden. Verh. D. Zool. Ges. (S. 255).

Eckstein, Fr. (1919), Witterung und Stechmückenplage. Zeitschr. angew. Entom. **6**.

— — (1919), Die Überwinterung unserer Stechmücken. Biol. Zentralbl. **38**.

— — (1920), Aus einer Feldstation für Stechmücken. Zeitschr. angew. Entom. **6**.

— — (1922), Die Verbreitung von *Anopheles* in Bayern und ihre mutmaßliche Bedeutung für die Einschleppung der Malaria. Zeitschr. angew. Entom. **8**.

Franz, H. (1931), Über die Bedeutung des Mikroklimas für die Faunenzusammensetzung auf kleinem Raum. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. der Tiere **22**.

Geiger, R. (1927), Das Klima der bodennahen Luftschicht. Verlag Vieweg & Sohn.

Geisthardt, G. (1937), Über die ökologische Valenz zweier Wanzenarten mit verschiedenem Verbreitungsgebiet. Zeitschr. f. Parasitenkde. **9**.

Grimm, H. (1936), Kleintierwelt, Kleinklima und Mikroklima. Zeitschr. f. angew. Meteorologie **54**.

Hackett, L. W., Martini, E., und Missiroli (1932), The races of *Anopheles maculipennis*. The American Journal of Hygiene **16**.

Hundertmark, A. (1937), Helligkeits- und Farbenunterscheidungsvermögen der Eiraupen der Nonne. Zeitschr. f. vergl. Physiol. **24**.

— — (1937), Das Formenunterscheidungsvermögen der Eiraupen der Nonne. Zeitschr. f. vergl. Physiol. **24**.

— — (1937), Über das Helligkeitsunterscheidungsvermögen von *Anopheles maculipennis*. Anz. f. Schädlingskde. **14**.

Janisch, E. (1933), Über die Methoden zur Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im biologischen Laboratoriumsversuch. Handb. d. biol. Arbeitsmeth. Abt. V, Teil 10, H. 1.

Kühn, A., und Engelhardt, v. M. (1937), Über eine melanistische Mutation von *Ptychopoda seriata* Schrk. (at+ — At) und die Abhängigkeit der at+ und At zugeordneten Merkmale von Außenbedingungen. Biol. Zentralbl. **57**.

Kühnelt, W. (1933), Kleinklima und Landtierwelt. Zoogeographica 1, H. 4.

Martini, E. (1921), Zur Biologie unserer Stechmücken. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. **25**.

— — (1931), Die Rassenfrage bei *Anopheles maculipennis*. (Ein kritisches Sammelreferat.) Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. **35**.

Martini, E., (1934), Der Sowjetunion Bedeutung für das Problem der *Anopheles maculipennis*-Rassen. Magasin de parasitol. de l'Institut zool. de l'Acad. des Sciences de l'URSS. IV.
— — (1935), Kleinklima, Anophelesrasse und Malaria. Russ. Zeitschr.
— — (1936), Wege der Seuchen (Lebensgemeinschaft, Kultur, Boden und Klima als Grundlagen von Epidemien). Stuttgart, Verlag F. Enke.
Martini, E., Missiroli, A., und Hackett, L. W. (1931), Versuche zum Rassenproblem des *Anopheles maculipennis*. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. **35**.
Martini, E., Mayer, F., und Weyer, F. (1932), Über die Durchwinterung unserer *Anopheles maculipennis*. Rivista di Malariologia **11**, H. 6.
Martini, E., und Teubner, E. (1932), Stechmücken und Mikroklima. Forschungen u. Fortschr. **8**.
— — (1933), Über das Verhalten von Stechmücken besonders von *Anopheles maculipennis* bei verschiedenen Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten. Beiheft zum Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. **37**, Nr. 1.
Missiroli, A. (1936), Influenza di alcuni fattori climatici sull'*Anopheles maculipennis*. Rivista di Malariologia **15**, H. 6.
Nieschulz, O. (1933), Über die Bestimmung der Vorzugstemperatur von Insekten (besonders Fliegen und Mücken). Zoolog. Anz. **103**, H. 1/2.
Rosa, A. (1936), Sulla durata di vita della varietá di *Anopheles maculipennis*. Rivista di Malariologia **15**, H. 6.
van Thiel, P. H. (1931), Züchtungsversuche in Zusammenhang mit dem Rassenproblem bei *Anopheles maculipennis*. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. **35**.
Vogel, R., und Martini, E. (1927), Über die Ökologie der Anophelen in Anatolien. Abh. Auslandsk. Hamburg. Universität **26**.
Weyer, Fr. (1933), Untersuchungen zur Rassenfrage bei *Anopheles maculipennis* in Nordwestdeutschland. Zentralbl. f. Bakt. **127**.
— — (1933), Über die Anophelen Mecklenburgs, insbesondere die Verbreitung der Rassen von *Anopheles maculipennis*. Sitzungsber. u. Abh. d. Naturforsch. Gesellschaft zu Rostock **4**.
— — (1935), Zur Kenntnis der Rassen von *Anopheles maculipennis* im Schwarzwaldgebiet. Jahresh. d. Vereins f. vaterländ. Naturkde. in Württemberg **91**.
— — (1936), Kreuzungsversuche bei Stechmücken. Arb. über physiol. u. angew. Entom. aus Berlin-Dahlem **3**.
— — (1937), Rassenforschung bei Stechmücken. Naturw. **25**, H. 33.
Zwölfer, W. (1932), Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. f. angew. Entom. **19**.

Afterskorpione (Chelonethi) in der Wohnung der Honigbiene.

Eine Zusammenfassung und eigene Untersuchungen.

Von

Z. Örösi-Pál.

(Debrecen, Ungarn, zurzeit Berlin-Dahlem.)

(Mit 1 Abbildung.)

Zahlreiche Afterskorpione finden in den Nestern der staatenbildenden Insekten, so der Bienen, Hummeln, Ameisen, Termiten, Meliponen einen günstigen Lebensraum. Sie haben dort eine geeignete Temperatur und als Raubtiere eine Nahrung in den vielen kleinen Mitbewohnern der Nester.

Afterskorpione werden oft auch in den Wohnungen der Honigbiene angetroffen, worüber eine sehr zerstreute, teilweise in schwer zugänglichen wissenschaftlichen, teilweise in imkerischen Zeitschriften veröffentlichte Literatur berichtet. Es erscheint mir angebracht, meine eigenen Untersuchungen im Rahmen eines zusammenfassenden Literaturberichtes in die Öffentlichkeit zu bringen.

Die Literatur kennt 8 Afterskorpionarten, die in Bienenwohnungen gefunden wurden, und zwar 4 in Europa und 4 in Afrika. Die Namen führe ich auf nach dem neuen System Chamberlins und Beiers (Chamberlin 1932, Beier 1932). Die alten Gattungsnamen sind in Klammern gesetzt.

In den europäischen Bienenwohnungen wird gewöhnlich nur über das Vorkommen des bekannten sogenannten „Bücherskorpions" *Chelifer cancroides* L. berichtet. Nur Fahringer (1925) beschäftigt sich näher mit den in Bienenwohnungen lebenden europäischen Arten. Die häufigste Art ist nach ihm *Chelifer cancroides* L., etwas seltener der blinde *Chernes cimicoides* F., der besonders in Körben vorkommt. In Klotzbeuten (ausgehöhlten Baumstämmen) hat er hier und da *Obisium (Chiridium) muscorum* C. S. Koch gefunden. Ob er damit *Obisium* (heute *Neobisium) muscorum* Leach oder *Cheiridium* (*Chiridium) museorum* Leach meint, ist mir unklar. Fahringer hat noch in einer von Wachsmotten befallenen Bienenwohnung, die in einem dunklen Schuppen aufgestellt war,

2 Exemplare des *Blothrus (Obisium) spelaeum* Schiödte gefunden. Dieses Tier ist ein Bewohner der Krainer Höhlen.

Von allen Afterskorpionen ist in der Imkerwelt eine afrikanische Art: *Ellingsenius (Chelifer) sculpturatus* Lewis am berühmtesten geworden. Dieser Afterskorpion wurde nur in Bienenwohnungen gefunden und ist in Ost- und Südafrika (Natal, Transvaal, Rhodesia, Kapland) allgemein verbreitet. Nach Le Mare (1937) ist seine Existenz vollkommen von der Temperatur des Bienennestes abhängig. G. Henderson hat den Afterskorpion schon im Jahre 1887 in Natal in einer Bienenwohnung gefunden; in der Imkerliteratur wurde er wiederholt abgehandelt (Sladen 1899, Sewall 1899). Eine wissenschaftliche Artbeschreibung und Benennung folgte aber erst 1903 durch Lewis im British Museum und eine ausführliche Beschreibung 1905 von With. Der Name „*sculpturatus*" bezieht sich auf das reliefartige Netzwerk des Abdominalpanzers, das aber jungen Exemplaren fehlt und auf die warzenähnlichen Erhebungen der Carapax und Pedipalpen. Zwei Augen sind vorhanden (Lewis 1903), die aber besonders bei alten Exemplaren wenig deutlich sind (With 1905, Hewitt und Godfrey 1929), so daß Ellingsen (1912) gar keine Augen unterscheiden konnte. Auch Le Mare (1937) hält *Ellingsenius sculpturatus* für blind. Nach Hirst (1922) hat W. G. Radford auch eine Varietät dieser Art in Ostafrika (nahe Mombasa) in einer Bienenwohnung gefunden.

In Südafrika kommt noch ein anderer für die Honigbiene charakteristischer Afterskorpion vor: *Ellingsenius (Chelifer) fulleri* Hewitt-Godfrey, der immer in Bienenwohnungen gefunden wurde (Sundays River, Daylas, Willowmore usw.). Das Tier hat Ellingsen 1912 irrtümlicherweise als *Chelifer exiguus* Tullg. determiniert. Erst im Jahre 1929 haben es Hewitt und Godfrey als eine neue Cheliferart erkannt und beschrieben. Im Gegensatz zum *Ellingsenius sculpturatus* hat *Ellingsenius fulleri* auch im Alter keine Hinterleibsskulptur, und die Pedipalpen haben keine Warzen. Nach der letzteren Eigenschaft können auch junge Exemplare unterschieden werden. Seine 2 Augen sind gut entwickelt.

Nach Fahringer (1925) lebt in Nordafrika (Algerien, Ägypten) in den als Bienenwohnungen dienenden Tonröhren *Garypus beauvoisi* Sav. (*Garypus Bravaisi* Gervais). In Südafrika hat 1916 Godfrey (1929) in einem Bienenstock *Allowithius (Withius) simoni* Balzan gefunden.

Dazu möchte ich noch bemerken, daß Herr Prof. Roewer (im Brief) das Vorkommen der Arten *Garypus beauvoisi* und *Blothrus spelaeum* in Bienenstöcken für ganz unwahrscheinlich hält.

Über die Anzahl der Afterskorpione in Bienenwohnungen sind die Meinungen sehr verschieden. Ich möchte nur einige Angaben aus der Literatur zitieren. In England ist nach Rennie (siehe seine Bemerkung zum Artikel von Alfonsus 1922) *Chelifer cancroides* L. in Bienenstöcken außerordentlich selten und dann meistens auch nur in

vernachlässigten Beuten. Er hat ihn in vielen Jahren nur einmal gefunden. In Österreich aber hat Alfonsus (1922) in 30 Jahren Hunderte der Afterskorpione gesehen. In der Schweiz hatte Brünnich (1914) die Afterskorpione in großer Zahl in seinen Bienenstöcken. In Ungarn ist *Chelifer cancroides* L. in Bienenwohnungen gar nicht selten, meistens findet man aber nicht mehr als 1—3 Exemplare, höchstens 6—8. Von *Ellingsenius sculpturatus* Lewis hatte Wells (1899, siehe bei Sladen 1899) viele in den Bienenstöcken; Sewell (1899) hat nie mehr als ein halbes Dutzend bei einem Volk gefunden. Bellhause Lemare (1923) berichtet über ein Dutzend oder mehr Exemplare in einem kleinen Schwarm. Merwe (1908) hat in einem Schwarm wenigstens 25 bis 30 Afterskorpione gefunden. Wenn man aber die obigen Angaben richtig beurteilen will, so muß man in Betracht ziehen, daß es sich hier fast nur um zufällige Beobachtungen handelt, wobei die Afterskorpione gut Gelegenheit haben, sich zu verstecken.

Über das Leben und die Bedeutung der Afterskorpione in der Bienenwohnung liegen nur wenig Beobachtungen vor.

Man findet die Afterskorpione in der Bienenwohnung meistens auf dem Deckbrettchen, dem Wachstuch, an den Rähmchenleisten, Wänden oder auf dem Kastenboden; auf Waben habe ich sie noch nie gesehen. Bei Körben befinden sie sich gerne unter den Rändern. Öffnet man die Tür oder die Decke einer Bienenwohnung, so ziehen sie sich vor dem Licht mit hochgestreckten Pedipalpen zurück und verschwinden in irgendwelche dunkle Ecken, Ritzen oder in das Beuteninnere. So gelingt es dem Imker nur selten, ihr Wesen aus eigener Erfahrung kennen zu lernen.

Die Honigbiene verhält sich gegen die Afterskorpione im allgemeinen nicht feindlich. Bei anderen Bienenarten aber scheint dies nicht immer der Fall zu sein. Nach einem von der Schriftleitung der „South African Bee Journal“ vorgenommenen Versuch hat eine kleine Solitärbiene den mit ihr zusammengebrachten Afterskorpion totgebissen (ohne Namen 1923 und 1929).

Das „Brutnest“ und „Häutungsnest“ des *Chelifer cancroides* L. oder einer anderen bei uns vorkommenden Art wurde in unseren Bienenstöcken noch nicht gefunden. Skaife (1922) teilt mit, daß er „Eierhaufen“ des *Ellingsenius sculpturatus* Lewis nicht in Bienenstöcken, wohl aber in unterirdischen Nestern wild lebender Bienenvölker angetroffen hat. Die weißen, ovalen, ungefähr $^1/_{20}$ inch (ungefähr 1,3 mm) langen Eier waren weintraubenähnlich zusammengehäuft. Er hat auch das Schlüpfen beobachtet. Nach Le Mare (1937) hingegen spinnt das Weibchen ein Gewebe, in das es seine Jungen bettet. Das in dem Bienenstock gefundene „Häutungsnest“ des *Ellingsenius sculpturatus* ist nach With (1905) rund und besteht aus einem Gewebe miteinander verschmolzener dicker und dünner Fäden.

Die Phoresie kommt bei *Ellingsenius sculpturatus* Lewis regelmäßig vor. Dieser Afterskorpion verbreitet sich durch die Schwärme (Godfrey 1929, Le Mare 1937). Schon 1887 haben Ward (Natal) und 1899 Wells (in Queens Town, Cape Colony), der Schriftleitung der „British Bee Journal" darüber berichtet, daß die Afterskorpione sich an den Beinen der Honigbiene festhalten (siehe bei Sladen 1899). Bellhause Lemare (1923) schreibt, daß bei ihm in Johannisburg ein kleiner Schwarm ungefähr ein Dutzend oder mehr Exemplare dieser Afterskorpionart mitgebracht hat, und als der Schwarm in einen Beobachtungsstock einlogiert wurde, sah er, daß die Afterskorpione einzeln an den Bienenbeinen verankert, überschleppt worden waren. Auch die von Merwe (1908) erwähnten 25 bis 30 Exemplare wurden an den Beinen der Schwarmbienen gefunden. Er hat auch sammelnde Bienen mit Afterskorpionen auf Blumen gesehen. Der Körper des *Ellingsenius sculpturatus* ist einem solchen Leben weitgehend angepaßt, was schon von Lewis (1903) richtig erkannt wurde. Der unbewegliche Finger der Pedipalpenschere ist nämlich an der Innenseite, nahe dem Ende, ausgehöhlt, so daß selbst die vollkommen geschlossene Schere eine Öffnung zwischen den beiden Fingern für das Bienenbein hat. *Ellingsenius fulleri* wurde von Brauns an den Beinen der Honigbiene gefunden (Hewitt und Godfrey 1929). Filleul (1922) hat sich überzeugt, daß die Afterskorpione auch in Europa durch die Bienenschwärme mitgeschleppt werden. All das scheint selbstverständlich zu sein, wenn man berücksichtigt, wie oft bei Afterskorpionen — auch bei dem bei uns in Bienenwohnungen am häufigsten vorkommenden *Chelifer cancroides* L. — eine Phoresie an verschiedensten Insekten (Fliegen, Schmetterlinge, Heuschrecken usw.) gefunden wurde. Diese Phoresie spielt eine Rolle bei der Verbreitung der Afterskorpione, hat aber sonst keine imkerische Bedeutung. Daß ein Bienenvolk infolge der Störung durch die Afterskorpione auszieht (Merwe 1908), dürfen wir sicher als Übertreibung auffassen.

Skaife (1922) neigte zu der Auffassung, daß *Ellingsenius sculpturatus* Lewis auch als echter Parasit in den Bienenwohnungen eine Rolle spielt. Nach seinen Versuchen haben die jungen Exemplare Honig und Pollen nicht angenommen, wohl aber die Säfte der aus den Zellen entfernten, zerrissenen Bienenlarven.

Ein anonymer Verfasser schreibt hingegen (1929), daß der Afterskorpion die Säfte der zerdrückten Bienenbrut nicht aufgenommen hat; er ernährt sich vielmehr von Pollen, der auch auf dem Bienenkörper zu finden ist, es wäre aber auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß er sich unter natürlichen Verhältnissen im Bienenstock auch von Milben ernährt. Als Beweis für die Pollenernährung wird angeführt, daß der größte Teil des auf einem Pinsel dem Afterskorpion zugebrachten Pollens in 24 Stunden verschwand. Nach Le Mare (1937) kann der Afterskorpion unter künstlichen Bedingungen bei günstiger Temperatur einige Monate am Leben

gehalten werden, wenn lebende Bienen in bestimmten Absätzen zu ihm gebracht werden. Nach den anatomischen Studien von Garin (1937) ist dieser Afterskorpion, dessen Mund sich in eine Vorhöhle öffnet, nicht imstande, das Futter unmittelbar zu berühren, auch hat er kein Bohr- oder Stichorgan. (Und die Cheliceren?) Der Afterskorpion kann also die Biene nicht durchbohren, Körpersäfte oder Honig saugen, sondern er muß sein Futter in die Vorhöhle des Mundes stoßen. Sein Darminhalt besteht aus einer dunklen, amorphen Masse (also kein Pollen!). Die Untersuchungen über die Nahrung des *Ellingsenius sculpturatus* können nicht als abgeschlossen betrachtet werden.

Was im besonderen die Art *Chelifer cancroides* L. betrifft, so geht die allgemeine Auffassung dahin, daß er die in der Beute auf den Waben oder sogar auf der Körperoberfläche der Bienen befindlichen Milben oder andere Kleinwesen, so Staubläuse (Flechtlinge = *Copeognatha*) frißt. Wie Alfonsus (1891) beobachtet hat, erfaßt er die Bienenläuse (*Braula coeca* Nitzsch), besonders die noch jungen lichtgelben mit der Schere, trägt sie in sein Versteck und saugt sie dort aus. Alfonsus nimmt auch an (1922), daß der Afterskorpion Milben (u. a. *Acarapis*) unmittelbar von dem Bienenkörper abliest. Versuche in dieser Hinsicht hat aber meines Wissens nur Fahringer (1925) durchgeführt. Er hat einige Steinhummeln (*Bombus lapidarius* L.), die mit vielen Milben (*Gamasus fucorum* Deg.) bedeckt waren, mit Arbeitsbienen zusammengesperrt. Nach einigen Minuten waren auch vier Arbeitsbienen zwischen Brust und Hinterleib vermilbt. Diese wurden mit 3 Afterskorpionen in einen Behälter zusammengebracht. Die Afterskorpione wurden mit einem starken Lichtstrahl gezwungen, die Bienenkörper aufzusuchen. Fahringer konnte beobachten, daß der Afterskorpion die Milben von den Bienen mit den Pedipalpen abgesucht hat, so daß eine Biene fast vollkommen frei von Milben war.

Beliawskij (1929) hält es außerdem für wahrscheinlich, daß sie sich von Bienen ernähren, die z. B. bei der Behandlung der Völker mit den Rähmchenohren totgedrückt worden sind.

Dambach (1914) vermutet und Rueger (1914) hält es für sicher, daß der Bücherskorpion in der Bienenwohnung auch frisch geschlüpfte Wachsmottenraupen angreift. Kleisl (1933) und Sztarek (1937) haben in dem Bienenstock einen Afterskorpion mit einer Wachsmottenraupe in der Pedipalpenschere gesehen. Da aber aus diesen Beobachtungen nicht ersichtlich ist, ob die Afterskorpione sich von den Raupen ernährt haben, wurde diese Frage von mir im Jahre 1937 in Berlin-Dahlem aufgegriffen. Es stellte sich heraus, daß *Chelifer cancroides* L. die Raupen der großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.), wenn sie nicht größer als 1 cm sind, mit seiner Pedipalpenschere ergreift, mit seinem Gift tötet, die Raupe mit den Cheliceren durchbohrt und den Körperinhalt aussaugt, so daß von der Raupe fast nur die Haut als schlaffer Sack

übrigbleibt. Die gesättigten oder stark gestörten Exemplare kümmern sich nicht um die Raupen.

Der Afterskorpion bemerkt es bald, wenn ihm in das Glasgefäß eine Wachsmottenraupe zugegeben wird. Er läuft mit vorgerichteten Pedipalpenscheren schnell auf die Raupe zu und ergreift sie mit einer Schere. Hat die Schere den weichen Raupenkörper getroffen, so wirkt das Gift schnell; 2 mm lange Raupen werden fast sofort, in 1—3 Sekunden, bewegungslos. Hat aber die Schere die Raupe an der chitinösen Kopfkapsel ergriffen,

1. Der Afterskorpion *Chelifer cancroides* schleppt eine Wachsmottenraupe in sein Versteck. 2. Er zieht die Raupe an die Cheliceren heran. 3,—6. Er saugt die Raupe aus, sie nur mit den Cheliceren (3, 5, 6) oder auch mit einem Bein (4) haltend. 5. Die Raupe ist nur wenig schlaff geworden. 6. Sie ist an der Stichstelle stark ausgesogen und erschlafft. (Original-Photoaufnahmen.)

oder war die Raupe größer, so dauert die Giftwirkung länger, eventuell $^1/_2$—2 Minuten, in seltenen Fällen bis 4 Minuten. Die größeren, nicht sogleich sterbenden Raupen bewegen ihre Körper oft lebhaft, wobei sie den Afterskorpion leicht in die Höhe heben, der aber seine Beute fest in der Pedipalpenschere hält. Nur selten kommt es vor, daß eine Raupe sich befreien kann, wird aber sofort wieder angegriffen. Der Afterskorpion hält die Raupe weit von seinem Körper weg, solange wie das Gift seine Aufgabe ausübt; die Beute kommt also mit dem Mund nicht in Berührung. Wirkt auf den Afterskorpion jedoch ein starkes Licht, oder wird er von einem anderen Afterskorpion gestört, so versucht er die Raupe,

sie immer nur mit einer Pedipalpenschere festhaltend, in eine geschützte Ecke zu schleppen. Ist die Raupe schon unbeweglich geworden, so zieht er sie mit der Pedipalpe zum Mund, schiebt die kurzen Cheliceren in ihren Körper und läßt sie mit der Pedipalpenschere frei. Nunmehr hält er die Raupe nur mit den ersten Mundgliedmaßen, den Cheliceren, fest, und zwar so wirkungsvoll, daß er mit der Raupe sogar laufen kann, selbst wenn die Raupe größer ist als er. Wird der Afterskorpion nicht gestört oder fühlt er sich sicher, so verbleibt er gewöhnlich an einer Stelle und saugt den Inhalt des Raupenkörpers aus. Nach einer halben Stunde sieht man schon deutlich, daß der Raupenkörper schlaff ist; besonders auffallend ist dies in der Nähe der angesaugten Körperstelle. Das Saugen dauert lange; als längste Zeit habe ich 1 Stunde und 57 Minuten beobachtet.

Vor dem Angriff oder auch später, wenn die Raupe schon mit einer der Pedipalpen gefaßt wurde, konnte man beobachten, daß der Afterskorpion seinen Mund zwischen die weitgeöffneten Finger der freien Pedipalpenschere nahm.

Die Afterskorpione haben die Raupen, die größer als 1 cm waren, nicht angegriffen. Sie haben zwar mit vorgerichteten Pedipalpen den Angriff versucht, zogen sich aber schließlich zurück.

Waren mehrere Afterskorpione zusammen, so kam es vor, daß die Tiere die Beute, die einer von ihnen besaß, wegzunehmen versuchten. Der sein Opfer schützende Afterskorpion wehrt sich mit großer Energie. Er hält die Raupe mit einer Pedipalpenschere seitwärts, möglichst weit von den Räubern und kämpft mit der anderen Schere. Hat er die Raupe schon in den Cheliceren, so versucht er die Gegner mit beiden Pedipalpen fernzuhalten. Inzwischen aber zieht er sich zurück und sucht einen sicheren Versteck auf.

Chelifer cancroides hat auch die Bienenlaus (*Braula coeca* Nitzsch) angepackt, wenn letztere ohne Biene zu ihm gegeben wurde. Das Gift lähmte die Bienenlaus fast augenblicklich. Er ließ aber die Beute meist bald aus der Pedipalpenschere fallen, ohne sie mit den Cheliceren zu berühren. Nur in einem Falle hatte ich beobachten können, daß er die Bienenlaus zu den Cheliceren gezogen und den Körperinhalt ungefähr eine Viertelstunde saugte.

Die geschilderte Ernährungsweise stimmt im wesentlichen mit den Beobachtungen überein, die über die sich von anderen Tieren ernährenden Afterskorpione ermittelt wurden. (Siehe zusammenfassend mit Literatur bei Roewer 1936.)

Auffallend wenig wissen wir noch über das Verhältnis der Afterskorpione zur Honigbiene. Auch darüber brauchen wir ergänzende Untersuchungen, welche Arten in den Bienenwohnungen vorkommen. So viel ergibt sich aber aus der obigen Zusammenfassung, daß noch nie eine schädliche Wirkung der Afterskorpione gegen die Honigbiene gesehen wurde. Ob die Afterskorpione Milben und Bienen-

läuse im Bienenstock unter natürlichen Verhältnissen regelmäßig von dem Bienenkörper ablesen, ist nicht bekannt. Die an den Aufenthaltsorten der Afterskorpione vorkommenden Milben, Wachsmottenlarven, bzw. abgefallene Bienenläuse und andere Kleinwesen des Bienenstockes gehören aber sicher zur gewöhnlichen Nahrung des *Chelifer cancroides* L. und gewiß auch anderer Arten. Nach den obigen Versuchen dürfen wir unsere Afterskorpione in den Bienenstöcken für nützlich halten. Da aber ihre Zahl in den Bienenwohnungen beschränkt ist, hat ihr Nutzen keine praktische Bedeutung.

Literatur.

Alfonsus, A. (1891), Der Feind der Bienenlaus. (Deutsche Ill. Bienenzeitung **8**, 503 bis 506.

— — (1922), An enemy of the mites in the bee-hive. (Beeworld **4**, 2—3.)

Bardenfleth, K. S. (1925), Gaest eller Snylter? (Den danske Biavls-Tidende Tidsskrift for Biavl. **59**, 89—90).

Beier, M. (1932), *Pseudoscorpionidea* I—II. (Das Tierreich, Lieferung 57—58. Berlin und Leipzig.)

Bellhause Lemare, S. (1923), The false scorpion. (Beeworld **5**, 232.)

Beliawskij (1927), Wragi ptschel (Bienenschädlinge). (Russisch. Leningrad.)

Brünnich-Dambach-Rueger (1914), Der Bücherskorpion. 3 Antworten. (Schweizerische Bienenzeitung **37** [**50**], 483.)

Chamberlin, C. J. (1932), A synoptic revision of the generic classification of the Chelonethid family Cheliferidae Simon (Arachnida). (Canad. Entomol. Über die Gattung *Ellingsenius* **64**, 35—37.)

Ellingsen, Edv. (1912), The Pseudoscorpions of South Africa based on the collection of the South African Museum, Cape Town. (Annals South Afric. Mus. **10**, 75—128.)

Fahringer, J. (1925), Beobachtungen über einige Bewohner von Bienenstöcken. 1. Bücherskorpione (*Pseudoscorpionidea*). (Bienenvater **57**, 83—84.)

Filleul, E. E. (1922), The false scorpion. (Beeworld **4**, 140.)

Garin, H. (1937), Über den Bienenskorpion *Chelifer sculpturatus*. Mit einer biologischen Einleitung von S. B. Le Mare. (Archiv f. Bienenkunde **18**, 32—48.)

Godfrey, R. (1920), False scorpions. (South Afric. Journ. Nat. Hist. **2**, 118—119.)

Hewitt, J., und Godfrey, R. (1929), South African pseudo scorpions of the genus Chelifer Geoffroy. (Annals Natal Mus. **6**, 305—336.)

Hirst, Stanley (1922), Pseudoscorpions and bees. (Beeworld **4**, 36—37.)

Kew, H. W. (1901), Linkolnshire Pseudoscorpions, with an account of the association of such animals with other Arthropods. (Naturalist 193—215.)

Kleisl, Gy. (1933), Der Bücherskorpion als Vernichter der Wachsmottenraupen. (Ungarisch). (Méhészet **30**, 140.)

Lewis, R. Y. (1903), On an undescribed species of Chelifer. (Journ. Quekett Microscop Club, ser. 2, **8**, 497—498.)

Merwe, J. H. (1908), Pseudoscorpion in beehive. (Agricult. Journ. of the Cape of Good Hope. **33**, 517—518.)

Roewer, C. Tr. (1936), Chelonethi oder Pseudoscorpione. (In Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches 5, Abt. 4, Buch 6, 1.—2. Lieferuug, 1—320.)

Sewell, A. C. (1899), Bee parasites in South Africa. (British Bee Journal **27**, 211—212.)

Skaife, F. W. L. (1922), in South African Bee Journal **1**, 148. (Ausführliches Referat in Beeworld 1922, **4**, 37.)
Sladen, F. W. L. (1899), Bee parasites. (British Bee Journal **27**, 126.)
Sztarek, K. (1937), Über den Afterskorpion. (Ungarisch). (Méhészet **34**, 23.)
Ward, J. R., (1887), Bees in Natal: their companions and parasites. (British Bee Journal **15**, 563.)
With, C. J. (1905), On Chelonethi, chiefly from the Australian region, in the collection of the British Museum, with observations on the „coxal sac" etc. (Ann. and Magaz. Natur. Hist. ser. 7, **15**, 94—143.)
Ohne Namen (1923), Research. (South Afric. Bee Journ. **2**, 96.)
Ohne Namen (1929), Some notes on the Pseudoscorpion *Chelifer sculpturatus* in relation to the honey-bee. (South Afric. Journ. Natur. Histor. **6**, [Nr. 4], 293—296.)

Versuche über die Fruchtbarkeit von Dixippus (Carausius) morosus bei abgestufter Wohndichte und Raumgröße.

Von

Hans-Alfred Kirchner, Rostock.

(Aus dem Entomologischen Seminar der Universität Rostock.)

(Mit 9 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

Einleitung 151
Material und Technik 152
Fruchtbarkeit bei abgestufter Wohndichte 153
Fruchtbarkeit bei abgestufter Raumgröße 155
Zusammenwirken von Raumgröße und Bevölkerungsdichte auf die Fruchtbarkeit . 158
Allgemeine Beobachtungen während der Versuche 159
Zusammenfassung 159
Literaturverzeichnis 160

* *

Einleitung.

Bei den Untersuchungen über den Widerstand, den die Umwelt der Vermehrung der Tiere entgegensetzt, ist bisher der Faktor „Raumgröße" nur selten in Betracht gezogen worden. Es wäre aber irrig anzunehmen, daß er in der Natur praktisch immer ohne Bedeutung sei. Wenn z. B. ein kleiner Busch, der den Raupen einer Hyponomeutaart Nahrung gewährt, einsam auf großer Wiesenfläche steht, so ist der Raum für die Raupen eng begrenzt und es könnte außerdem leicht zu einer engen Wohndichte derselben mit Kahlfraß des Baumes kommen. Auf sehr engem Raum, etwa im Hufabdruck des Rindes, können sich Mückenlarven entwickeln, und dergleichen Beispiele könnten mehr gefunden werden, wenn sie auch allerdings mehr Ausnahmen der gewöhnlichen Verhältnisse darstellen.

Außerdem ist häufig in der Natur eine Raumeinengung durch die Konkurrenz gegeben, wobei sich dann der Faktor Wohndichte untrennbar mit dem Raumfaktor verbindet.

In den Versuchen, über die hier berichtet werden soll, wurde der Einfluß von Raum- und Wohndichte einzeln und zusammen geprüft. Die Anregung hierzu gab mir Herr Prof. Friederichs und stellte mir einen Arbeitsplatz im Entomologischen Seminar zur Verfügung, wofür ich ihm hier verbindlichst danken möchte.

Material und Technik.

Als Versuchstier diente die vielfach in Laboratorien gehaltene Stabheuschrecke *Dixippus (Carausius) morosus*. Dieses Tier wurde für die Versuche nicht nur darum gewählt, weil mir einheitliches Eimaterial davon vorlag und ich durch jahrelange Haltung die nötige Erfahrung für die Aufzucht hatte, sondern weil es durch seine Lebensweise ganz besonders geeignet ist. Es war möglich, unter Verzicht auf Thermostaten die Tiere im Zimmer von 20° unter optimalen Temperaturverhältnissen entsprechend den Angaben von Kann (1933) zu halten. Die Feuchtigkeit war durch die Einbringung von angefeuchteten Gipsklötzchen sehr gut zu regeln, für eine ausreichende Lüftung der Zuchtbehälter war schon durch die Bauart derselben gesorgt. Es wurden einheitlich Glaskästen benutzt, die eine Höhe von nur 15 cm aufwiesen und oben durch einen mit Nessel bespannten Rahmen abgeschlossen waren. Hierdurch wurde ein relativ großer luftdurchlässiger Verschluß erreicht, der eine genügende Lüftung gewährleistete. Als Futter wurde nur Efeu gereicht, der eine gleichmäßige Fütterung im Winter und Sommer ermöglichte. Gemäß den Angaben von Titschack (1924) wurden den Tieren allwöchentlich 2—3 Efeublätter, die mit den Stengeln in einem Wasserbehälter standen, als Futter zur Verfügung gestellt, und zwar so, daß stets für jedes einzelne Tier, gleich in welcher Bevölkerungsdichte es aufwuchs, die betreffende Blattmenge vorhanden war. Zu den Versuchen wurden frisch aus dem Ei geschlüpfte Stabheuschrecken verwandt, die sämtlich innerhalb einer Zeitspanne von 14 Tagen die Eihülle verlassen hatten. Daß es sich bei den Versuchsbedingungen um optimale Lebensverhältnisse für die Stabheuschrecken gehandelt hat, scheint mir dadurch bewiesen, daß die Sterblichkeit der Jungtiere praktisch gleich Null war.

Außer den einfachen Zuchtbedingungen sprach die Tatsache der parthenogenetischen Fortpflanzung sehr für die Verwendung von Dixippus für derartige Versuche, da alle bisexuellen Vorgänge, die vielleicht eine Fehlerquelle hätten sein können, jedenfalls aber das Problem kompliziert hätten, von vornherein ausgeschlossen waren. Wenn ich die Versuche nur jeweils in drei Parallelversuchen ansetzte, so war dafür die schwierige Beschaffung größerer Mengen Futters bestimmend, mußten doch schon für diese Versuche mit 635 Tieren rund 20 kg Blattmasse verfüttert werden. An Eiern wurden im Laufe der Versuche über 67 Tausend zwischen dem Kot ausgesammelt und gezählt.

Fruchtbarkeit bei abgestufter Wohndichte.

Zur Prüfung des Einflusses der Wohndichte auf die Fruchtbarkeit wurden Versuche mit Bevölkerungen unternommen, bei denen die Zahl der Individuen in jeder Stufe die doppelte der vorigen Stufe war. Die Versuchsserien wurden in drei verschieden großen Käfigen nebeneinander durchgeführt.

A. In Kästen von 15 cm Höhe und einer Grundfläche von 150 qcm, d. h. mit einem Gesamtrauminhalt von je 2250 ccm, wurden 1, 2, 4 und 8 im ganzen 45 Tiere gehalten. Die Zahl der im Durchschnitt abgelegten Eier betrug:

bei 1 Tier je Kasten: je Tier 379,5 Eier,
bei 2 Tieren je Kasten: je Tier 304,3 Eier,
bei 4 Tieren je Kasten: je Tier 240,7 Eier,
bei 8 Tieren je Kasten: je Tier 146,0 Eier,

Es ist also die Eizahl mit der erhöhten Wohndichte abgesunken, jedoch ohne daß sich ein proportionales Verhältnis zwischen Raumgröße und Eizahl festlegen ließe.

B. Die in Kästen von 4500 ccm Rauminhalt bei 300 qcm Grundfläche durchgeführte Serie mit insgesamt 93 Tieren gibt in der Abnahmetendenz der Eizahlen beim Größerwerden der Wohndichte ein ähnliches Bild wie die vorige Versuchsanordnung. Die Zahl der im Durchschnitt abgelegten Eier betrug je Tier:

bei 1 Tier je Kasten: 430,0 Eier,
bei 2 Tieren je Kasten: 319,3 Eier,
bei 4 Tieren je Kasten: 306,0 Eier,
bei 8 Tieren je Kasten: 168,4 Eier,
bei 16 Tieren je Kasten: 103,0 Eier.

C. Bei der Auswertung der Zahlenergebnisse der dritten angesetzten Serie tritt bereits eine Erscheinung auf, die erst bei den Versuchen über den Einfluß der Raumgröße genauer besprochen werden soll. Bei dem Eintierversuch bleibt die Eizahl gegenüber dem Zweitierkasten zurück. Bei nur einem einzigen Tier im Käfig kann als die Fruchtbarkeit herabsetzender Faktor nicht die Wohndichte in Frage kommen. Daher muß die hier angegebene Zahl von 351.0 Eiern in diesem Zusammenhang außerhalb der Betrachtung bleiben.

Die dritte Serie wurde in Kästen mit einer Grundfläche von 600 qcm und mit einem Rauminhalt von 9000 ccm mit insgesamt 93 Tieren angesetzt. In den verschieden großen Bevölkerungen wurden durchschnittlich von einem Tier abgelegt:

bei 1 Tier je Kasten: 351,0 Eier,
bei 2 Tieren je Kasten: 390,0 Eier,
bei 4 Tieren je Kasten: 312,0 Eier,
bei 8 Tieren je Kasten: 237,0 Eier,
bei 16 Tieren je Kasten: 166,0 Eier.

Zur Kontrolle dieser an sich schon eindeutigen Versuchsergebnisse aller drei Serien wurden noch zwei extreme Bevölkerungen angesetzt und

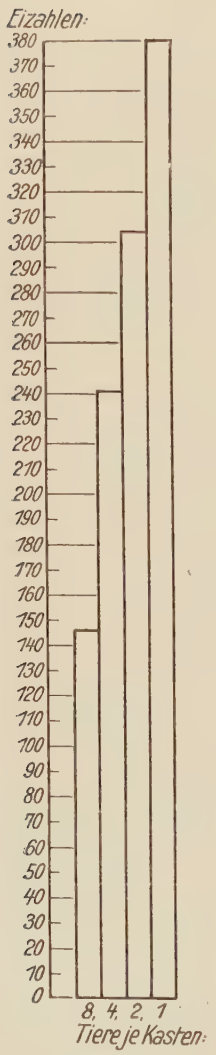

Abb. 1.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier in Kästen von 2250 ccm Inhalt.

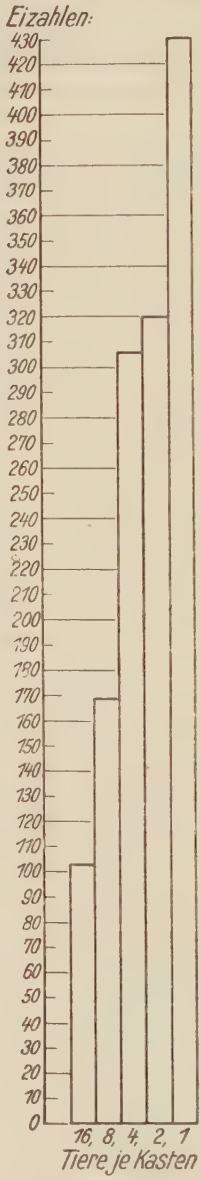

Abb. 2.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier in Kästen von 4500 ccm Inhalt.

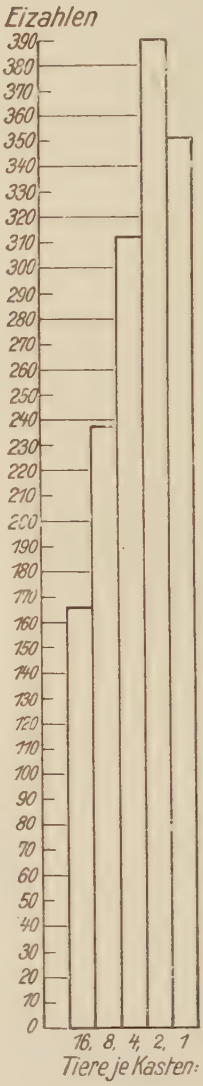

Abb. 3.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier in Kästen von 9000 ccm Inhalt.

miteinander verglichen. In Kästen mit einer Grundfläche von 6000 qcm und einem Rauminhalt von 510000 ccm wurde eine Bevölkerung von 4 und eine zweite von 400 Tieren gehalten. Von den 4 Tieren wurden im

Durchschnitt je Tier 309,3 Eier abgelegt, von den 400 Tieren dagegen nur 51,2 Eier.

Zusammenfassend geht aus allen diesen Zahlen hervor, daß bei steigender Bevölkerungsdichte — ganz gleich bei welcher Raumgröße die Versuche durchgeführt wurden — ein Herabsinken der Fruchtbarkeit eintritt.

Bei den Versuchen zur Erklärung dieser Fruchtbarkeitsabnahme müssen wir davon ausgehen, daß fast alle Faktoren des Widerstandes der Umwelt ausgeschaltet waren außer der Bevölkerungsdichte. Bei der ausreichenden Lüftung wurde eine Schädigung durch Vergiftung des Lebensraumes ebenso vermieden wie bei der genügenden Fütterung ein Nahrungsmangel. Es wäre vielleicht an eine gegenseitige Störung beim Fressen zu denken, wobei es noch dahingestellt bleiben muß, in welcher Form sie zur Wirkung gelangte; ob in mechanischer Berührung der Grund zu suchen ist oder ob die Wirkung vielleicht primär psychisch bedingt ist, wie es u. a. von Friederichs (1930) und Bodenheimer (1931) für gewisse Fälle vermutet wird. Hofmann, der 1933 neben der Wirkung des Hungers auch die engen Lebensraums auf Raupen prüfte, kam zu dem Ergebnis, daß die Aufzucht einer größeren Zahl von Raupen in einem engen Raum ein mehr oder weniger starkes Sinken der Eierzahl zur Folge hat, und sah die Veranlassung dazu im Wachstumshemmungen, die ihrerseits durch gegenseitige Störung bei der Futteraufnahme und dadurch eintretende chronische Unterernährung verursacht sind.

Fruchtbarkeit bei abgestufter Raumgröße.

Um ein möglichst genaues Bild von dem Einfluß des Raumes auf die Fruchtbarkeit von Dixippus zu gewinnen, wurden die Versuche mit variierten Raumgrößen an verschieden großen Bevölkerungen in Serien geprüft.

Es wurden Zuchtkästen von 150, 300 und 600 qcm Grundfläche und von 2250, 4500 und 9000 ccm Rauminhalt für die Zuchten verwendet.

A. Da es sich in den Versuchen von Titschack (1936) u. a. gezeigt hatte, daß für die Entwicklung eines Tieres die geringste Wohndichte nicht immer auch die günstigsten Lebensbedingungen darstellt, kam es mir darauf an, für Dixippus den Raum zu bestimmen, in dem die Fruchtbarkeit am größten ist.

Es wurde eine Serie von je 1 Tier, im ganzen 9 Tiere, in den verschieden großen Kästen aufgezogen in der Hoffnung, vielleicht schon bei den aus ursprünglich praktischen Erwägungen heraus gewählten Kastengrößen einen für das Einzeltier „zu großen“ Raum geboten zu haben. Diese Hoffnung wurde erfüllt. Es zeigte sich, daß in dem Raum von 9000 ccm Inhalt die Fruchtbarkeit eine weitaus geringere war als in dem Raum von 4500 ccm. Sehen wir von den nicht geprüften Zwischengrößen ab, so müssen wir den Raum von 4500 ccm als optimal für ein Tier ansprechen.

Die durchschnittlichen Eizahlen sind bei einem Tier je Kasten

bei 2250 ccm Lebensraum 379,5 Eier,
bei 4500 ccm Lebensraum 430,0 Eier,
bei 9000 ccm Lebensraum 351,0 Eier.

Hier macht sich der in Absatz C des vorigen Abschnitts bezeichnete Sonderfall geltend. Der einem einzigen Tier gebotene Raum ist schon ungünstig groß im Vergleich zu dem Raum von 4500 ccm.

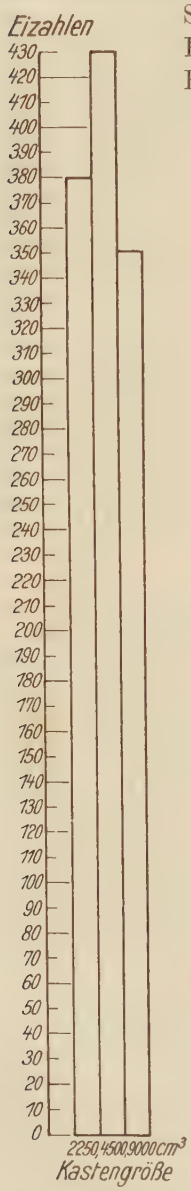

Abb. 4.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier bei 1 Tier je Kasten.

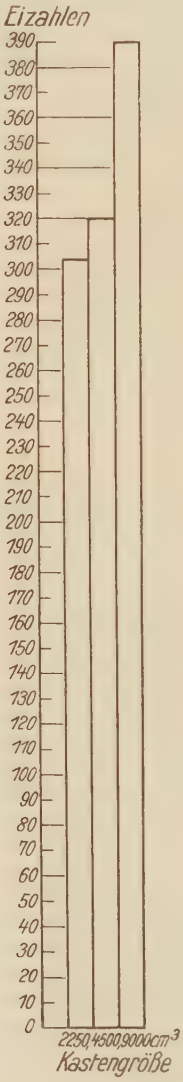

Abb. 5.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier bei 2 Tieren je Kasten.

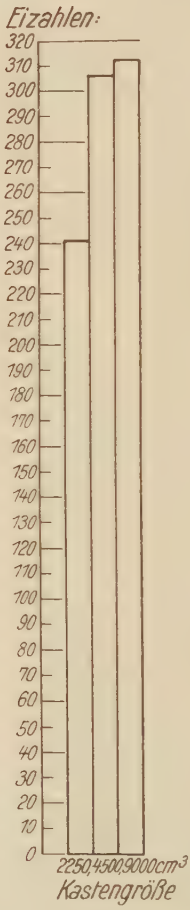

Abb. 6.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier bei 4 Tieren je Kasten.

B. Der Einfluß der Raumgröße auf eine Bevölkerung von 2 Tieren zeigt sich bei insgesamt 18 Tieren in folgenden durchschnittlichen Eizahlen je Tier

bei 2250 ccm Lebensraum mit 304,3 Eiern,
bei 4500 ccm Lebensraum mit 319,3 Eiern,
bei 9000 ccm Lebensraum mit 390,0 Eiern.

Wir finden hier Ergebnisse, die eine große Ähnlichkeit mit den Resultaten der Versuche über die Bevölkerungsdichte haben. Mit der Einengung der Tiere durch den zur Verfügung stehenden Raum, sinkt die Fruchtbarkeit herab.

Dieselben Ergebnisse, wie wir sie bei einer Bevölkerung von 2 Tieren haben, finden wir auch bei Populationen von 4 und 8 Tieren, die insgesamt mit 36 bezw. 72 Tieren angesetzt wurden.

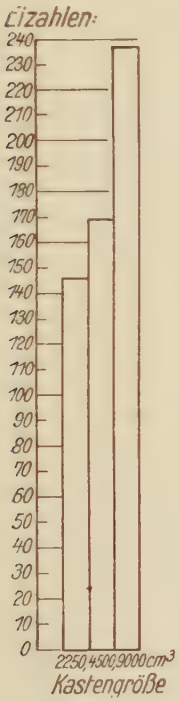

Abb. 7.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier bei 8 Tieren je Kasten.

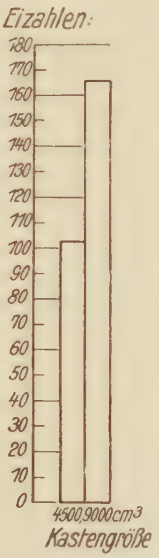

Abb. 8.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier bei 16 Tieren je Kasten.

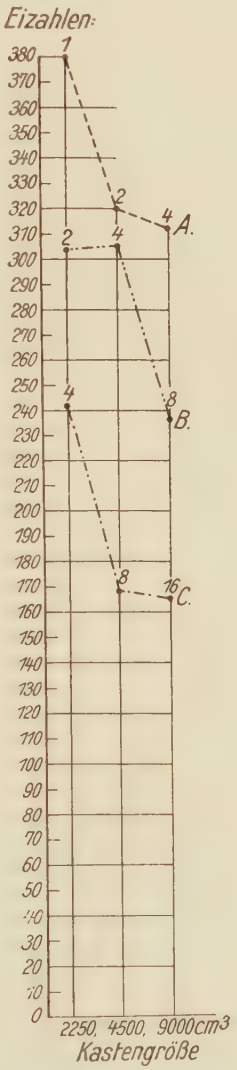

Abb. 9.
Anzahl der je Tier abgelegten Eier bei verschiedener Raumgröße und Bevölkerungsdichte.
A. bei 2250 ccm Lebensraum je Tier.
B. bei 4500 ccm Lebensraum je Tier.
C. bei 9000 ccm Lebensraum je Tier.

In den Kästen mit 4 Tieren betragen die Zahlen der je Tier durchschnittlich abgelegten Eier bei einer Kastengröße

von 2250 ccm 240,7 Eier,
von 4500 ccm 306,0 Eier,
von 9000 ccm 312,0 Eier.

In den Kästen mit 8 Tieren wurden je Tier durchschnittlich abgelegt

bei 2250 ccm Kasteninhalt 146,0 Eier,
bei 4500 ccm Kasteninhalt 168,4 Eier,
bei 9000 ccm Kasteninhalt 237,0 Eier.

Versuche mit 16 Tieren konnten nur in den Kästen von 4500 und 9000 ccm mit insgesamt 96 Tieren durchgeführt werden, da der Raum von 2250 ccm schon dadurch für 16 Tiere ungeeignet war, daß die gleichmäßige Futterversorgung nicht genau durchgeführt werden konnte.

Die Zahl der durchschnittlich abgelegten Eier je Tier betrug in den Kästen von 4500 ccm 103,0 Stück, in denen von 9000 ccm dagegen 166,0 Stück.

Die Abnahme der Fruchtbarkeit bei Einschränkung des Lebensraumes tritt somit bei den verschieden großen Bevölkerungen gleichmäßig auf; so auch bei denen mit nur geringer Individuenzahl. Während man bei den Versuchen mit gesteigerter Wohndichte zur Erklärung der Fruchtbarkeitsabnahme eine gegenseitige Störung eventuell als Grund vermuten könnte, ist es wohl nicht anzunehmen, daß sich beispielsweise 2 oder 4 Individuen bei reichlichem Futter im kleineren Raum so wesentlich mehr mechanisch stören als im größeren. Ziehen wir weiter in Betracht, daß die durchschnittliche Abnahme der Fruchtbarkeit nicht durch früheres Absterben einzelner Individuen oder der ganzen Bevölkerung oder durch die Sterilität des einen oder anderen Tieres bewirkt ist, so müssen wir fast zwangsläufig eine Wirkung der Raumgröße als allein möglich annehmen. Die Auswirkung eines solchen Faktors wäre jedoch meines Erachtens nur auf psychischem Wege denkbar.

Zusammenwirken von Raumgröße und Bevölkerungsdichte auf die Fruchtbarkeit.

Vergleicht man die Fruchtbarkeit der Tiere in verschieden starken Bevölkerungen unter dem Gesichtspunkt des gleichgroßen Lebensraumes innerhalb derselben, so ergiebt sich die höhere Eizahl meist bei den Tieren, die in geringerer Anzahl zusammenleben.

Es ist also für die Fruchtbarkeit nicht nur der rein rechnerisch jedem Tier zur Verfügung stehende Raum von Bedeutung, sondern es kommt auch darauf an, mit wie vielen Tieren der größere Raum geteilt werden muß. Ob der Einfluß der Wohndichte stärker wirksam ist als der des Raumes, ist aus diesen Versuchen nicht deutlich erkennbar. Es ist vielleicht von Bedeutung, daß bei der größeren Bevölkerungsdichte im proportional größeren Raum doch die jedem Tier dargebotene Lauffläche sich nicht proportional vergrößert hat, sondern etwas zurückgeblieben ist.

Allgemeine Beobachtungen während der Versuche.

Die am Ende der Versuche eingehenden Tiere wurden wie schon vorher erwähnt, auf die Ausbildung der Ovarien hin untersucht. Sämtliche Tiere waren zur Eiablage befähigt. Eine Ausschaltung einzelner Individuen von der Fortpflanzung durch mangelhafte Ausbildung der Zeugungsorgane, wie es Smirnow zusammen mit Wiolovitsh (1934) und Polejaeff (1935) bei Schildläusen beobachtete, war nicht festzustellen.

Die abgelegten Eier aller Tiere waren als gleichmäßig und vollwertig zu betrachten. Der Prozentsatz der aus diesen Eiern geschlüpften Jungtiere wurde festgestellt. Er betrug praktisch überall 100%, ebenso war die Entwicklungszeit vom abgelegten Ei bis zum Schlüpfen der Tiere bei den Eiern aller Zuchten gleich.

Bei den in den Versuchsserien befindlichen Tieren war die Zeit vom Schlüpfen aus dem Ei bis zur Ablage des ersten Eies sehr wenig verschieden. Es wurden durchschnittlich die ersten Eier abgelegt in den Kästen

von 2250 ccm Inhalt nach 146,25 Tagen,
von 4500 ccm Inhalt nach 148,77 Tagen,
von 9000 ccm Inhalt nach 150,50 Tagen.

Diese Unterschiede sind so gering, daß sie innerhalb der Fehlergrenze liegen und somit außer Betracht bleiben müssen.

In einem der Zuchtkästen von 4500 ccm Inhalt, der mit 8 Tieren besetzt war, befand sich unter den eingesetzten Tieren ein ♂, wie sich erst beim späteren Heranwachsen der Heuschrecken herausstellte. Dieser Zuchtkasten wurde von der allgemeinen vergleichenden Auswertung ausgeschlossen. Das Männchen hat einen wesentlich schlankeren Körper als die ♀♀, auffallend lange und sehr dünne Beine und zeichnete sich durch seine sehr große Lebhaftigkeit aus. Eine Kopulation oder Versuche einer solchen konnten nicht beobachtet werden, zumal nur sehr wenig Zeit zur Beobachtung zur Verfügung stand. Die Gesamtzahl der von diesen 7 ♀♀ abgelegten Eier ist größer als die von je 8 ♀♀ in Kästen derselben Größe. Auf das Einzeltier umgerechnet wurden von den Tieren, die mit dem ♂ zusammen lebten, je Tier 210,3 Eier, von den unter sonst gleichen Bedingungen aber ohne ♂ aufwachsenden ♀♀ im Durchschnitt je Tier 168,4 Eier abgelegt.

Zusammenfassung.

Bei der Aufzucht von Stabheuschrecken in abgestuften Wohndichten sinkt die Fruchtbarkeit mit dem Größerwerden der Bevölkerungsdichte.

Im Einzeltierversuch ist der optimale Lebensraum hinsichtlich der Fruchtbarkeit nicht der größte Lebensraum.

Die Einschränkung des Lebensraumes setzt die Fruchtbarkeit einer Bevölkerung herab.

Bei gleichem Lebensraum je Tier ist die Fruchtbarkeit bei Bevölkerungen mit niedriger Individuenzahl größer als bei stärkeren Populationen.

Eine dichtere Bevölkerung ergibt eine kleine Entwicklungsbeschleunigung.

Über das Auftreten eines Männchens innerhalb der Versuchsserien wird berichtet.

Literaturverzeichnis.

Es sei verwiesen auf frühere in dieser Zeitschrift erschienene Veröffentlichungen über ähnliche Themen. Hier werden nur die im vorstehenden Text zitierten genannt.

Bodenheimer, F. S., Der Massenwechsel in der Tierwelt. Grundriß einer allgemeinen tierischen Bevölkerungslehre. Arch. Zool. Ital. Vol. XVI. Padova 1931.

Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie. Bd. 1. Berlin 1930.

Hofmann, Chr., Der Einfluß von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung der Lepidopterer. Zeitschr. f. angew. Ent. 1933, Bd. 20.

Kann, F., Temperatureinflüsse auf die Wachstumsstadien von *Dixippus* (*Carausius*) *morosus* Br. et Red., Ak. Anz. Wien 1933.

Smirnow, E., und Wiolovitsh, N., Über den Zusammenhang zwischen der Populationsdichte und Eiproduktion der Weibchen bei der Schildlaus *Chionaspis salicis* L., Zeitsch. f. angew. Ent. 1934, Bd. 20.

Smirnow, E., und Polejaeff, W., Kampf um den Raum bei der Schildlaus *Lepidosaphes ulmi* L. Zeitschr. angew. Ent. 1935, Bd. 21.

Titschack, E., Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. I. *Carausius* (*Dixipus*) *morosus*. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1934, Bd. 123.

— — Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Massenzucht auf das Einzeltier. Zeitschr. f. angew. Ent. 1936, Bd. 23.

Referate.

Einzelreferate.

Hering, Martin, Die Blattminen Mittel- und Nordeuropas einschließlich Englands. Lief. 6, Schluß, S. I—VIII und 561—631. Neubrandenburg, Verlag Gustav Feller. Preis 12,— RM.

Mit der vorliegenden Lieferung, welche Supplemente, Inhaltsverzeichnis, eine Übersicht über die Gattungen der Pflanzenarten in natürlicher Reihenfolge und endlich ein Inhaltsverzeichnis enthält, ist Herings Werk abgeschlossen, das dem Vater der Minenkunde R. A. F. de Réaumur gewidmet ist. Wir beglückwünschen den Verfasser, daß es ihm gelungen ist, das so überaus wertvolle ausgezeichnete Werk, das eine große Lücke ausfüllt und in der deutschen entomologischen Literatur einen hervorragenden Platz einnimmt, in so rascher Zeit zu vollenden. Die Ausstattung des Werkes durch den Verlag verdient alles Lob. Die Heringsche Minenkunde wird, daran ist nicht zu zweifeln, die verdiente Verbreitung in allen naturkundlichen Kreisen und nicht zuletzt bei den angewandten Entomologen finden. K. E.

Taylor, T. H. C., The Biological Control of an Insect in Fiji. An Account of the Coconut Leafmining Beetle and its Parasite Complex. 239 Seiten mit 17 Abbildungen im Text, 2 Karten und 23 Tafeln. London, The Imperial Institute of Entomology, 1937. Preis gebunden 12,— sh.

Im Jahre 1925 wurde eine Kommission nach den Fidschi-Inseln entsandt, um die Lebensweise und die Bekämpfungsmöglichkeiten einer den Kokospalmen schädlichen Lycaenidenraupe *(Leruana iridescens)* zu studieren. Das Studium führte zu einem großen Erfolg, nämlich der wirksamen biologischen Bekämpfung des Schädlings durch eine aus dem malaiischen Archipel eingeführte Tachine (s. das Referat hierüber in dieser Zeitschrift **17**, 1931, S. 199). Kurz darauf wurde eine zweite biologische Bekämpfung erfolgreich durchgeführt; nämlich die der ebenfalls auf Kokospalmen vorkommenden Schildlaus, *Aspidiotus destructor* Sign., durch Einführung einer Coccinellide aus Trinidad. Und nun ist es gelungen, einen dritten Kokospalmenschädling, ein Hispide (*Promecotheca reichei* Balz.), der durch Blattfraß schadet, wieder durch Einführung eines Feindes (aus Java), diesmal eines Chalcidiers (*Pleurotropis parvulus* Ferr.), also auf dem Wege der biologischen Bekämpfung niederzuhalten. Dieser Erfolg ist um so höher anzuschlagen, als die Verhältnisse hier besonders schwierig lagen, da das durch einheimische Parasiten genügend gewährleistete biologische Gleichgewicht durch die Milbe *Pediculoides ventricosus* Newp. so gestört wurde, daß die einheimischen Parasiten teilweise versagten.

In den verschiedenen Kapiteln wird die Bionomie des Schädlings und seiner einheimischen Parasiten und die Gründe für das plötzliche Versagen derselben

eingehend beschrieben und sodann über die Geschichte der Auffindung des neuen Parasiten auf Java und seiner Einführung auf den Fidschi-Inseln, über seine Biologie und seine Wirksamkeit usw. ausführlich berichtet. In der Zusammenfassung werden die Gesetze angeführt, von denen eine erfolgreiche biologische Bekämpfung mit Hilfe von Parasiten abhängig ist. Das Taylorsche Buch, das in jeder Beziehung ausgezeichnet ausgestattet und mit zahlreichen Textfiguren und Tafeln versehen ist, ist eine wertvolle Bereicherung der entomologischen Literatur und stellt eine wahre Fundgrube dar vor allem für den, der sich für Fragen der biologischen Bekämpfung interessiert. K. E.

Kozhantschikov, J. B., Noctuidae (subfam. Agrotinidae). In: Faune de l'URSS. Herausgegeben unter der Direktion von S. A. Sernov von A. A. Stackelburg. 674 Seiten. Mit 306 Abbildungen im Text und XIII Tafeln. Verlag der Académie des Sciences de l'URSS. 1937.

Das vorliegende Werk Kozhantschikovs stellt eine ausführliche Monographie der in den URSS. vorkommenden Agrotinen dar, die ja auch für den angewandten Entomologen großes Interesse besitzen. Neben der Systematik werden auch Fragen der Ökologie, Physiologie und geographischen Verbreitung behandelt. Die Agrotinen werden in zwei große Gruppen geteilt, die *Triphaenini* und *Agrotini*; die Raupen der letzteren leben im Boden, die Raupen der ersteren über dem Boden. In der Art-Systematik wird auf den Bau der Bursa copulatrix großer Wert gelegt; bei den meisten Arten sind die Bursen wie auch die Valmen abgebildet. Eine Reihe Karten über die geographische Verbreitung der einzelnen Gattungen usw. sind beigegeben. Die meisten Arten sind auf 13 Tafeln dargestellt. Da ein ausführlicher Auszug von ca. 50 Seiten mit Bestimmungstabellen usw. in englischer Sprache angebracht ist, so ist das Werk auch für den der russischen Sprache nicht kundigen Entomologen zu gebrauchen. Die Ausstattung des Werkes (Druck, Papier, Textabbildungen) ist gut, nur die Tafeln dürften besser sein. K. E.

Goetsch, W., Die Staaten der Ameisen. Verständliche Wissenschaft XXXIII. Bd. VII, 159 Seiten in 8° (mit 84 Abb.). Berlin, Verlag von Julius Springer, 1937. Preis gebunden 4,80 RM.

Seit Erscheinen der zweiten Auflage der „Ameise" des Referenten (1917) ist unendlich viel Neues über die Biologie und Physiologie der Ameisen zutage gefördert worden. Zu den neueren besonders fruchtbaren und erfolgreichen Ameisenforschern gehört auch der Verfasser des oben genannten Bändchens. Goetsch hat sowohl in Europa wie in Südamerika reiche Beobachtungen und zahlreiche Versuche an Ameisen angestellt, durch die unsere bisherigen Anschauungen mehrfach berichtigt und unsere Erkenntnisse in vieler Hinsicht wesentlich erweitert wurden. Alle diese seine neuen Entdeckungen sind mit denen, die von anderen Myrmekologen gemacht wurden, in der vorliegenden Darstellung übersichtlich zu einem einheitlichen Bild verarbeitet. Die anregende Schreibweise, verbunden mit vielen neuen sehr instruktiven Bildern, machen die Lektüre des Goetschschen Buches zu einem Genuß und einer Quelle der Anregung. K. E.

Brumpt, E., Précis de Parasitologie. Fünfte, völlig neubearbeitete Auflage. 2 Bände mit über 2000 Seiten und 1085 Abbildungen im Text und 4 Tafeln. Paris, Masson et Co., 1936. Preis gebunden 200,— frs.

Die in der fünften Auflage erscheinende Brumptsche Parasitologie entspricht allen Anforderungen, die man an ein modernes Lehr- und Handbuch der Parasitenkunde stellen kann, in vollem Maße und dürfte in dieser Beziehung

einzig dastehen. Es werden sämtliche bis jetzt bekannte Parasiten des Menschen nach dem neuesten Standpunkt unseres Wissens behandelt. Nach einem allgemeinen Teil, der über die Bedeutung der Parasitologie, über Nomenklaturfragen, über die Definition „Parasit", über die verschiedenen Formen des Parasitismus, über den Einfluß der Parasiten auf den Wirt usw. handelt, werden die einzelnen Parasitengruppen eingehend behandelt. Beginnend mit den Spirochaeten, werden im I. Band die parasitisch lebenden Rhizopoden, Flagellaten, Sporozoen, Plathelminthen und Nemathelminthen und im II. Band die Arthropoden und die pathogenen Pilze besprochen. Die Arthropoden nehmen ungefähr 500 Seiten (die Hälfte des zweiten Bandes) ein; unter ihnen spielen die Milben, die Wanzen und die Dipteren die Hauptrolle. Die verschiedenen Arten werden eingehend nach ihrer systematischen Stellung, nach ihrer Bionomie, der Form des Parasitismus, nach den Krankheitserscheinungen, die sie hervorrufen usw. beschrieben. Besonders hervorzuheben sind die zahlreichen ganz ausgezeichneten Abbildungen, die zum großen Teil Originale sind und in bezug auf Feinheit der Zeichnung usw. die bekannten in den Lehrbüchern immer wiederkehrenden Abbildungen oft wesentlich übertreffen. Die Brumptsche Parasitologie, die in jeder Beziehung ausgezeichnet ausgestattet und dabei sehr billig ist, sollte auch in Deutschland weite Verbreitung in hygienischen, medizinischen, zoologischen und entomologischen Kreisen finden. K. E.

Greimer, K., Handbuch des praktischen Desinfektors. Ein Leitfaden für den Unterricht und ein Nachschlagebuch für die Praxis. Neubearbeitet von Dr. Herbert Michael. Dritte, völlig neubearbeitete Auflage, 203 Seiten mit 44 Abbildungen. Dresden und Leipzig, Verlag von Theodor Steinkopff, 1937. Preis gebunden 6,— RM.

Das in den Kreisen der praktischen Desinfektoren rühmlichst bekannte Greimersche Handbuch liegt nun in dritter Auflage vor, deren Herausgabe der Kustos am Hygiene-Museum, Dr. Herbert Michael, übernommen hat. Nach einer Einleitung des Herausgebers über die Aufgaben und Ziele der neuzeitlichen Desinfektion und Schädlingsbekämpfung folgt ein umfangreicher Abschnitt (S. 10—78) über Bakteriologie und Desinfektion (bearbeitet von Prof. Dr. P. Hofmann, Technische Hochschule Dresden). Ein weiteres Kapitel (S. 79—147), bearbeitet von Michael, behandelt die Biologie der Schädlinge, der wichtigsten Hausinsekten sowohl wie auch der wichtigsten schädlichen Nagetiere. Die Praxis der Schädlingsbekämpfung ist von einem erfahreren Praktiker, dem Kammerjäger A. Schröder bearbeitet. Das Schlußkapitel bringt eine Übersicht über die gesetzliche Regelung der Anwendung hochgiftiger gasförmiger Stoffe zur Schädlingsbekämpfung in Deutschland aus der Feder des bekannten Frankfurter Gaschemikers Dr. L. Gaßner. So sind alle Fragen, die für den praktischen Desinfektor wissenswert sind, klar und nach dem heutigen Stand dargestellt. Das Greimer-Michaelsche „Handbuch" wird in der neuen Auflage noch mehr wie die früheren Auflagen zum unentbehrlichen Rüstzeug jedes Desinfektors und Kammerjägers gehören. K. E.

Heske, Franz, Im heiligen Lande der Gangesquellen. 352 Seiten, 104 Abbildungen auf 48 Tafeln, 1 topographische Karte und 2 Kartenskizzen. Verlag von J. Neumann-Neudamm, 1937. Preis gebunden 9,— RM.

Wenn ich das Heskesche Indienbuch hier bespreche, so deshalb, weil es jedem biologisch denkenden Menschen unendlich viel gibt. Ich habe selten einen Reisebericht gelesen, in dem die Sphären des Wissens, der Kunst, des Empfindens und des Glaubens in so meisterhafter Form zu einem Kunstwerk hohen Ranges verbunden sind. Darum keine Ermüdung des Lesers; im Gegen-

teil eine fortwährende Steigerung der Spannung je mehr man sich mit dem Autor dem Endziel der Reise, den Quellen des Ganges, nähert. Wie der Autor die innigen Zusammenhänge von Wald und dem Leben der Bevölkerung herausarbeitet, wie er den Wald als Lebensgemeinschaft schildert, in der alle Organismen fest zusammenhängen, und aufeinander abgestimmt sind, und wie er schließlich den Wald als den Urquell der starken Welt- und Lebensanschauung des Hindutums schildert, zeugt von einer großen Linie in dem Vermögen der Zusammenschau und des Einfühlens.

„Und indem der geistig hochbegabte schöpferisch veranlagte Arier in die Ganzheit des Waldorganismus sich praktisch einfügte", so schreibt Heske im letzten Kapitel, „wurde sie ihm gleichzeitig geistig bewußt. Der Wald gab ihm nicht nur Nahrung und Schutz, sondern auch das Geheimnis seines Lebensprinzips. Den Rishis, Eremiten, Yogis, Gurnus und Asketen, die in tiefer Waldabgeschiedenheit meditierten, wuchs der Wald in die Seele. Das tägliche Erlebnis des Waldes zeigte den indischen Sehern, wie durch organische Verbundenheit das Wunder der Einheit in der Vielheit möglich wird und gab ihnen damit die Urwahrheit ihrer Lebensweisheit, die zugleich die Grundlage jedes befriedigenden und erlösenden philosophischen Systems ist, nämlich die Erkenntnis der Einheit in der Vielheit". So klingt Heskes Indienbuch in einem hohen Lied des Waldes aus. Es ist ein herrliches Buch, das man immer wieder zur Hand nehmen wird, um sich durch seine Lektüre über die Alltäglichkeiten zu erheben und das Leben in seiner unfaßbaren Größe zu fühlen. K. E.

Imms, A. D., Recent advances in Entomology. Second Edition. X und 431 S., 94 Illustr. London, J. u. A. Churchill Ltd., 1937. Preis sh. 15,—.

Daß schon nach verbältnismäßig kurzer Zeit (die 1. Auflage ist im Jahre 1931 erschienen) eine Neuauflage des Immsschen Buches notwendig geworden ist, zeigt, daß ein beträchtliches Bedürfnis nach einer derartigen zusammenfassenden Darstellung der neuen Ergebnisse entomologischer Forschung besteht. Die immer mehr anschwellende Weltliteratur auf diesem Gebiet läßt dies verständlich erscheinen, da heute niemand mehr imstande ist durch eigenes Studium auf dem laufenden zu bleiben. Imms verseteht es meisterhaft, sich auf das Wesentliche, auf das Prinzipielle zu beschränken und so einen klaren Überblick über den jeweiligen Stand unseres Wissens zu geben. Das Buch ist nicht für Spezialisten geschrieben (diese müssen sich stets der Spezialliteratur bedienen). sondern für den allgemeinen Entomologen wie auch Zoologen und Biologen, bestimmt zur raschen Orientierung.

In der 2. Auflage ist die Einteilung der ersten unverändert geblieben, während die einzelnen Kapitel mehr oder weniger umgestaltet oder vermehrt worden sind. Dies bezieht sich vor allem auf die Abschnitte über die Segmentation des Kopfes, den Bau der Geschlechtsorgane, über die Muskulatur, über die Zusammenhänge zwischen Metamorphose und Hormone, über die Sinnesorgane und ihre Funktionen, über ökologische Fragen, über die biologischen Rassen (Phasenproblem), über Parasitierung und endlich auch auf die beiden letzten Kapitel über die biologische Bekämpfung. Das Immssche Buch wird für jeden wissenschaftlich arbeitenden Entomologen unentbehrlich sein. K. E.

Von der Wense, Theodor, Freiherr, Wirkungen und Vorkommen von Hormonen bei wirbellosen Tieren. Zwanglose Abhandlungen aus dem Gebiet der inneren Sekretion (herausgegeben von Prof. Dr. W. Berblinger) Bd. 4, VIII und 80 S. Leipzig, Verlag Johann Ambrosius Barth, 1938. Preis kart. 11,— RM.

Die vorliegende Schrift verfolgt das Ziel, eine kurze Übersicht über die zahlreichen in einer sehr zertrennten Literatur niedergelegten Ergebnisse auf dem

Gebiete „Hormone und Wirbellose“ zu geben, um den Forscher in den Stand zu versetzen, sich 1. rasch über die Wirkungen von Wirbeltierhormonen bei niederen Tieren zu unterrichten und sich 2. kurz vom Vorkommen von Wirkstoffen bei Wirbellosen zu überzeugen. Dabei wird der Begriff Hormon nicht auf die Sekrete endokriner Organe beschränkt, sondern es werden auch solche Stoffe behandelt, die als Gewebshormon, Autopharmaka usw. von ihnen abgetrennt wurden.

Die Behandlung des Stoffes erfolgt nach den Tiergruppen in systematischer Reihenfolge. Uns interessiert vor allem der V. Abschnitt, der über Insekten handelt. Es werden dort zunächst die Wirkungen beschrieben, die durch Fütterung mit Schilddrüse, Hypophyse, Pankreas usw. auf die verschiedenen Insekten erzielt wurden (Versuche von Abderhalden u. a.), und sodann die bisherigen Funde über das Auftreten von Hormonen bei Insekten selbst übersichtlich besprochen. Es handelt sich dabei hauptsächlich um hormonale Regelung der Häutungs- und Verpuppungsvorgänge, wie sie sich aus den Forschungen von Kopeč, Wigglesworth, Kühn, v. Buddenbrock u. a. ergeben. Die Schrift von der Wenses wird dem wissenschaftlich arbeitenden Entomologen sehr willkommen sein und ihm nach verschiedenen Richtungen hin Anregung geben. Zu beanstanden ist der hohe Preis. K. E.

Stempell, Walter, Die tierischen Parasiten des Menschen. 226 S. mit 219 Abb. im Text. Jena, Gustav Fischer, 1938. Preis brosch. 12,— RM., geb. 13,50 RM.

Eine moderne umfassende und dabei kurze Darstellung der tierischen Parasiten des Menschen fehlt in dem deutschen Schrifttum. Was bisher darüber erschienen ist, ist entweder so umfangreich, daß es für den Arzt nicht in Betracht kommt, oder behandelt Spezialgebiete der menschlichen Parasitologie. So ist schon aus diesem Grunde das Stempellsche Buch sehr zu begrüßen, da es eine Lücke ausfüllt. Dazu kommt, daß auch die Art und Weise der Darstellung dem Zweck der raschen Orientierung in bester Weise angepaßt ist. Bei der Beschreibung der Arten wurden nur die für die Wiedererkennung wichtigsten und die den Parasitismus unmittelbar angehenden morphologischen Charaktere berücksichtigt; die physiologische, medizinische und epidemiologische Seite wird nur bei den allerwichtigsten Formen behandelt. Im Interesse der Kürze des Textes und der Klarheit wurden zahlreiche sehr gute Textabbildungen beigegeben.

Die Ausstattung des Werkes ist in der gewohnten Weise des Verlages ausgezeichnet, der Preis ein sehr mäßiger, und so ist zu hoffen, daß das Stempellsche Buch weiteste Verbreitung findet, nicht nur bei den Ärzten, für die es in erster Linie bestimmt ist, sondern auch bei Veterinärmedizinern, Zoologen usw. K. E.

Wellmer, Walter, Beitrag zur Kenntnis der Kohlschabe, *Plutella maculipennis* (Curtis). Bonn, Verlag Gebr. Scheur, 1937. Preis kart. 5,— RM.

Wenn auch die Kohlschabe in Deutschland unter den Cruciferen-Schädlingen bei weitem nicht an erster Stelle steht, so kann sie doch von Zeit zu Zeit ganz plötzlich in den Vordergrund rücken und großen Schaden machen (im Jahre 1928 wurde allein in der Erfurter Gegend annähernd 1/3 des normalen Ertrages an Blumenkohl durch Kahlfraß vernichtet, was ungefähr einem Betrag von 1/2 Million RM entspricht). In der vorliegenden empfehlenswerten Schrift wird nun alles, was bisher über diesen Schädling bekannt geworden ist, zusammengefaßt und mit den eigenen Ergebnissen vereinigt. Am ausführlichsten ist die Biologie behandelt, wobei vor allem auf ökologische Fragen eingegangen wird. An Feinden werden nicht weniger als 52 Schlupfwespenarten angeführt. Eine

große Anzahl (52) Abbildungen auf 12 Tafeln unterstützt den Text. Das ausführliche Literaturverzeichnis enthält rund 200 Arbeiten. K. E.

Roemer, Th., Fuchs, W. H., und **Isenbeck, K.,** Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. 427 S., mit 41 Textabb. und 2 vierfarbigen Tafeln. Berlin, Verlag Paul Parey, 1938. Preis 15,— RM.

Dem vorliegenden Werk, das dem Gedächtnis Julius Kühns gewidmet ist, liegt die Auffassung zugrunde, daß die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten nicht allein durch den Pflanzenschutz erfolgen kann, sondern in wirksamerer Weise durch Züchtung von Sorten geschieht, die erbliche Anlagen der Resistenz (neben den durch die Hochzuchtbestimmungen geforderten Form- und Leistungseigenschaften) besitzen. Wenn auch weitaus der größte Teil des Werkes von Resistenzzüchtungen gegen Pilzerkrankungen unserer Nutzpflanzen handelt, und nur auf den letzten 25 Seiten die Möglichkeiten auch tierische Feinde züchterisch zu bekämpfen, besprochen werden, so hat doch auch das Werk als Ganzes durch die darin, vor allem in dem Allgemeinen Teil (S. 1—124), entwickelten Gedankengänge so großes Interesse für den angewandten Entomologen, daß es ihm dringend zum Studium empfohlen sei. Was wir da über die Zunahme der Pilzkrankheiten mit der immer größeren Intensivierung der Bodenkultur lesen, stimmt völlig mit den Erfahrungen der angewandten Entomologie über die eben damit zusammenhängenden Vermehrungen der tierischen Schädlinge überein.

Bezüglich der Möglichkeiten der Resistenzzüchtung gegen tierische Schädlinge ist grundsätzlich zwischen tierischen Schmarotzern und tierischen Feinden zu unterscheiden, was praktisch fast mit der ernährungsbiologischen Einteilung in saugende und fressende Schädlinge zusammenfällt. Resistenzzüchtung gegen die ersteren verläuft auf der gleichen Linie wie RZ. gegen obligate Pilzparasitierungen, mit dem Ziel der Schaffung wirklich — innerlich — resistenter Pflanzen. Als Beispiele hierfür sind die RZ. gegen Nematoden, gegen die Reb- und Blutlaus behandelt, ferner gegen die Hessenfliege, deren Larve zwar keine dauernde, aber doch physiologisch sehr enge Lebensgemeinschaft mit dem Wirt eingeht. Andere Fliegen (wie die Fritfliege) bilden den Übergang zu den fressenden Insekten, gegen welche Resistenz im engeren Sinn kaum beobachtet ist (die „Immunfichte" Prells bedarf noch weiterer Untersuchungen — der Ref.). In einigen Fällen bestehen allerdings innerhalb der Verwandtschaft der Wirtspflanze Formen, die als Nahrung nicht angenommen werden oder die gar giftig für die Schädlinge sind, die also eine echte im Chemismus begründete Resistenz aufweisen (z. B. einige Solanumarten gegen den Kartoffelkäfer).

Aus dem äußerst verdienstvollen und für die Praxis so wichtigen Werk geht wieder einmal mit aller Deutlichkeit hervor, wie die stille langjährige Forscherarbeit, die noch gar nichts Zielgebundenes kennt und noch in keiner Hinsicht angewandte Wissenschaft ist, durch Zusammenfassung der verschiedensten Gebiete im Endergebnis zu einem durchschlagenden praktischen, d. h. der allgemeinen Wirtschaft zugute kommenden Erfolg führen kann. Die Resistenzzüchtung ist angewandte Biologie im vollsten und wahrsten Sinne, sie hat aber als Vorstufe rein theoretische Biologie zur notwendigen Grundbedingung. K. E.

Schlumberger, Otto, Hagelversicherung und Schadensbeurteilung beim Körnermais. Mit 6 Abb. auf Tafeln. Berlin, Verlag von Paul Parey. 0,75 RM. (Partiepreise).

Der Anbau von Körnermais hat in den letzten Jahren in Deutschland einen ungeahnten Aufschwung genommen (1933: 2500 ha, 1937: 38 288 ha, also eine Zunahme von 98,2 %). Es ist deshalb verständlich und nötig, daß diese wertvolle Körnerfrucht in Zukunft in weiterem Ausmaße als bisher durch Versiche-

rung gegen Hagelschäden gedeckt werden wird und muß. Brauchbare Zusammenfassungen der einschlägigen Kenntnisse, die sowohl für die Schätzer als auch für die Landwirte besonders wichtig sind, fehlten bisher. Sie werden erstmalig durch die vorliegende praktische Schrift vermittelt, die sich eingehend mit der Biologie des Maises, den grundsätzlichen Anbauverhältnissen, den Schädlingen und vor allem auch mit der Einwirkung des Hagels auf Entwicklung und Ertrag in den verschiedenen Entwicklungsstadien befaßt. Von den Schädlingen wird hauptsächlich auf den Maiszünsler hingewiesen, dessen Raupen den Stengel der Fahne nach unten aushöhlen und ihn dadurch brüchiger, auch gegen Hagelschlag machen, wodurch das Umknicken begünstigt wird. In ihrer handlichen Form kommt diese praktische Anleitung einem dringenden, ständig wachsenden Bedürfnis nach und ist für Schätzer und Versicherte eine hervorragend sichere Hilfe, auf diesem den meisten noch fremden Gebiet mit der nötigen Sachkenntnis und Unbefangenheit urteilen zu können. K. E.

Zacher, Fr., Die tierischen Samenschädlinge in Freiland und Lager. Wissenschaft und Technik des Gartenbaues Heft 5. 78 S. und 71 Abb. auf 20 Tafeln. Neudamm, Verlag von J. Neumann, 1932. Preis geb. 4,— RM.

Wenn die vorliegende Schrift auch schon vor längerer Zeit erschienen ist, so möchte ich doch noch auf dieselbe hinweisen, da sie seinerzeit zu besprechen übersehen wurde. Sie bringt eine zusammenfassende Darstellung der Schädlinge an Samen und Früchten der Kulturpflanzen (und auch von Wildpflanzen) der ganzen Welt und ist daher für den Samenhandel, die Samenkontroll- und Pflanzenschutzstation ein sehr wertvolles Hilfsmittel. Auf 20 Tafeln werden die wichtigsten Schädlinge und Schadbilder in meist vorzüglicher Wiedergabe abgebildet. Das vorliegende Heft behandelt nur einen Teil der Schädlinge, nämlich die Krebstiere, Spinnentiere, Käfer und Hautflügler. Der Rest der Schädlinge sowie die Bekämpfungsnaßnahmen sollen in einem zweiten Heft behandelt werden. K. E.